

R3年度 林野庁補助事業（R2補正）

令和2年度木材製品の消費拡大対策のうちCLT建築実証支援事業のうち
CLT等木質建築部材技術開発・普及事業

信州カラマツ 210 材を用いたNL T 技術開発・実証及び 信州カラマツ 210 材普及事業

報 告 書

令和4年2月

信州木材認証製品センター

《 目 次 》

はじめに	1
第1章 事業の概要	2
1 目 的	2
2 事業の内容	2
3 検討委員会の構成	2
4 組織図	3
5 事業スケジュール	4
6 検討委員会の開催	4
第2章 「信州カラマツ 210 材を用いたNLT技術開発・実証及び 信州カラマツ 210 材普及事業」結果等	6
I 信州カラマツ 210 材を用いたNLT技術開発・実証	6
1 NLT曲げ強度性能試験・釘せん断試験	6
2 NLT床版・埋め込み照明を想定した加熱試験	27
II 信州カラマツ 210 材の利用推進に向けた普及事業	48
第3章 まとめ	53
(参考資料)	56
・信州カラマツ 210 利用のスパン表 ～国産材の横使いの普及に向けて～ (信州カラマツ 210 設計・施工 WEB セミナー資料)	
・信州カラマツ 210 実用化プロジェクト成果概要 ～一歩先を行く信州カラマツの活用法～ (※別冊：パンフレット)	

はじめに

長野県の人工林面積（国有林＋民有林）は、11 齢級（51 年生）以上が 74%となり、特にカラマツでは 83%と大径材利用が可能となっている。一方、素材生産量（48 万 9 千 m³）の約半分は合板用として県外での丸太利用であり、県内の製材工場数、製材品出荷量とも減少している。

そこで、大径材の有効利用を目指し、信州木材認証製品センターが事業主体となり、県内製材・集成材工場、（一社）日本ツーバイフォー建築協会などにお集まり頂き取り組みを開始した。

平成 30 年度には、大径 A 材丸太の木取り方法及び歩止り、無垢梁桁材及び 208 材・210 材の乾燥・強度特性の検討、高強度集成材、高強度接着重ね梁等に取り組んだ。令和元年度には 210 材の床パネルの実証評価、210 材たて継ぎ材の性能評価などを実施した。令和 2 年度は、210 材の低コスト乾燥方法の検討、実際の建築物による施工性の実証、実用化に必要なスパン表の作成などを実施した。

本年度は、これまでの取り組みを踏まえ、①信州カラマツ 210 材による NLT 技術開発、②信州カラマツ 210 材の利用推進に向けた普及宣伝を実施した。その結果、NLT 実大曲げ試験及び釘せん断試験では（一社）日本ツーバイフォー建築協会が認証を受けている設計値を上回った。また、NLT 床版・埋め込み照明を想定した 1 時間準耐火性能を確認した結果、遮炎性・遮熱性とも評価基準に合格した。

これまでの取り組みにより、大径材から作製した信州カラマツ 210 材については、乾燥・強度特性が確認され、中層大規模住宅及び低層一般住宅にも実証的に使用され施工性に問題ないことが確認できた。また、NLT としての強度及び準耐火性能も確認された。今後は、この成果を活かし、長野県内から信州カラマツ 210 材が安定的に生産され、国産枠組壁工法部材として供給されることが期待される。

2050 年のカーボンニュートラルに向けて、持続可能な林業と木材利用による炭素固定の役割は大きく、期待されている。今回の取り組みは、信州木材認証製品センターが中心となり県内製材・集成材工場はもとより、川下側の（一社）日本ツーバイフォー建築協会、三井コンポーネント（株）、ウイング（株）、の皆様にもご参加いただいたことにより、実用化に結びつく取り組みとなった。関係各位には、貴重なお時間とご意見を頂きましたことに心より感謝申し上げます。

令和 4 年 2 月

信州カラマツ 210 材プロジェクト検討委員会
委員長 今井 信

第1章 事業の概要

1 目的

信州カラマツ大径材の有効活用に必要な技術開発を進めると共に、枠組壁工法部材の市場の不安定性の解消に協力するため、他地域の国産材では径級やヤング係数からみて対応が難しい断面寸法である210材に着目して、①「NLT技術開発及び強度や防耐火性能等の実証」、②「①の成果も含めた信州カラマツ210材の品質・性能に係る普及」を実施する。

2 事業の内容

- (1) 検討委員会・WG等の開催等
 - ・試験体製作、性能試験、普及資料作成、普及宣伝活動等の検討
 - ・成果の取りまとめ
- (2) 木質建築部材技術の開発
 - ①信州カラマツ210材によるNLT技術開発事業
 - ・NLT曲げ強度性能試験の検証
 - ・NLT防耐火性能試験
- (3) 木質建築部材技術の普及
 - ①信州カラマツ210材の利用推進に向けた普及事業

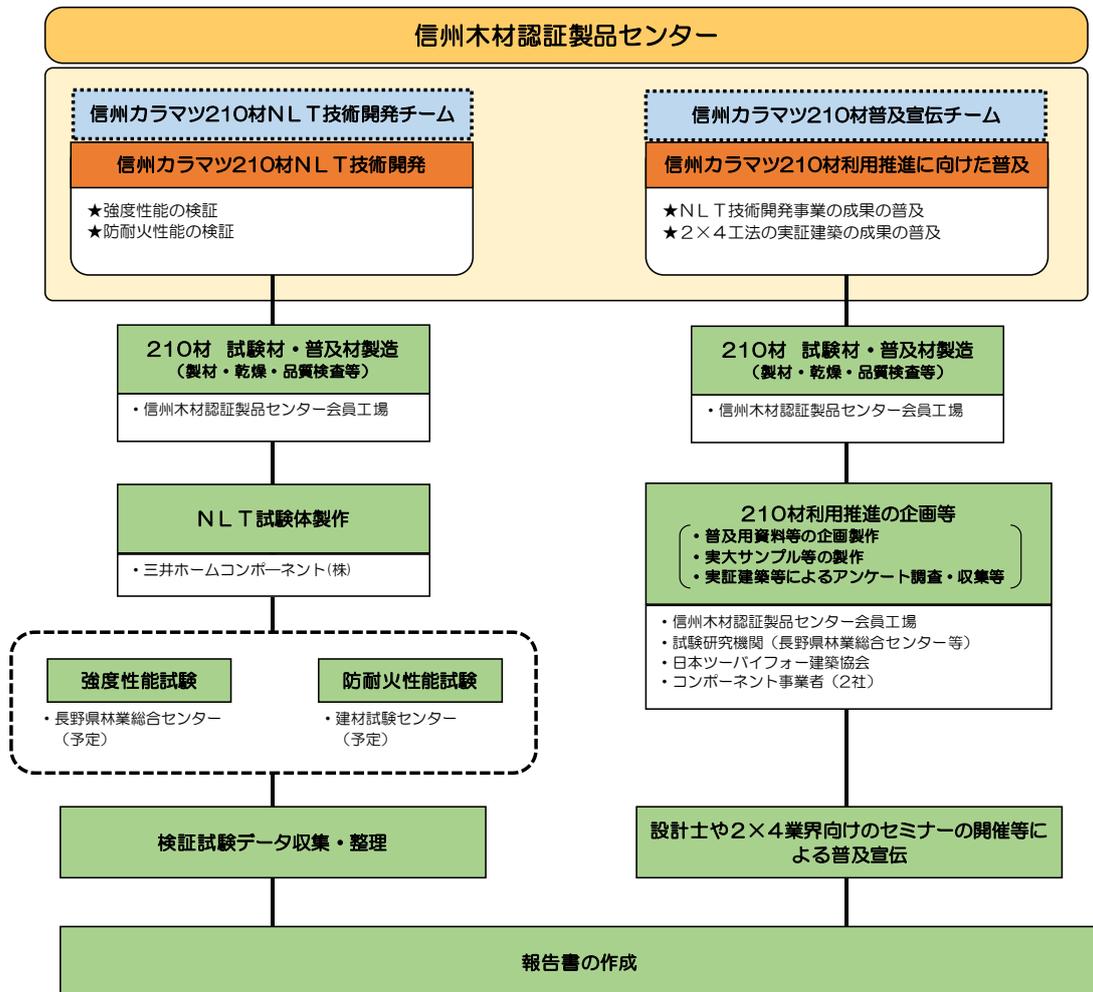
3 検討委員会の構成

検討委員会

区分	氏名	所属
委員長	今井 信	長野県林業総合センター 所長
委員	小林 保 経	小林木材(株) 専務取締役
	齋藤 健	齋藤木材工業(株) 代表取締役社長
	鈴木 吉 明	根羽村森林組合 専務理事
	勝野 智 明	(株)勝野木材 代表取締役社長
	青木 俊 治	(株)青木屋 代表取締役社長
	竹腰 博 毅	林友ハウス工業(株) 常務取締役
	芳川 幸 一	長野県森林組合連合会 副参事兼業務部長
	清野 明	(一社)日本ツーバイフォー建築協会 技術部会顧問
	高田 理 彦	三井ホームコンポーネント(株) 生産事業本部
	橋本 幸	ウイング(株) 常務取締役
	北村 俊 夫	(株)木質構造計画ラボ 代表取締役
オブザーバー	宮澤 俊 輔	林野庁東北森林管理局長 (元中部森林管理局長)
技術協力	坂口 晴 一	(一社)日本ツーバイフォー建築協会
	近藤 浩 一	(一社)日本ツーバイフォー建築協会
関係省庁・機関	高木 望	林野庁林政部 木材産業課 木材製品技術室 課長補佐
	熊谷 有 理	林野庁林政部 木材産業課 木材製品技術室 木材専門官
	平原 章 雄	木構造振興(株) 常務取締役
	永瀬 庄 栄	林野庁中部森林管理局 森林整備部 資源活用課企画官
	久保田 淳	長野県林務部 信州の木活用課 県産材利用推進室 課長補佐
	古澤 宏 章	長野県林務部 信州の木活用課 県産材利用推進室 主査
事務局	吉川 達 也	長野県林業総合センター 木材部長
	奥原 祐 司	長野県林業総合センター 木材部 主任研究員
	山口 健 太	長野県林業総合センター 木材部 研究員
	小池 直 樹	長野県林業総合センター 木材部 技師

	宮崎 正毅	信州木材製品認証センター 理事長 (瑞穂木材(株))
	柴田 直明	信州木材製品認証センター 検査員
	吉田 孝久	信州木材製品認証センター 検査員
	小島 和夫	信州木材製品認証センター 専務理事
	松本 寿弘	信州木材製品認証センター 事務局長

4 組織図



5 事業スケジュール

	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
ア 検討委員会の開催等					第1回 (9/7)			第2回 (12/17)		第3回 (2/9)	
				← 施工性等実証事業等の取りまとめ等				← 成果概要パンフ等作成		← 報告書の作成等	
イ 木質建築部材技術の開発	← 丸太準備・調達・測定	← 試験体・サンプル等製材		← 等級区分検査等 (防耐火性能用)	← NLT試験体製作 (防耐火性能用)	← 10/8 試験実施 (防耐火性能)					
					← 等級区分検査等 (曲げ強度性能)		← NLT試験体製作 (曲げ強度性能)	← 試験実施 (曲げ強度性能)			← 報告書の作成等
	← 施工性等の実証				← 蓄積データ・調査結果等取りまとめ、資料作成						
ウ 木質建築部材技術の普及			← 稲城・木造マニション現場説明会 (7/5~10)					← 説明会の開催 (11/19、12/10、12/24)	← モックレの開催 (オンライン展示会)		← WEBセミナー (成果の普及)
	← セミナー・展示会等の検討・調整・準備等										

6 検討委員会の開催

検討委員会を3回開催しそれぞれの立場から意見等いただいた。

主な内容は以下のとおり。

◇第1回検討委員会

日時 令和3年 9月 7日 (火) 13:30~15:30

開催方法 ハイブリッド方式 (WEB会議)

WEB、長野県林業総合センター (塩尻市)

出席者 24名

主な内容 (1) 補助事業の全体概要等について

(2) 普及事業について

(3) 試験関係事業について

- ・ N L T 曲げ強度性能試験

- ・ N L T 防耐火性能試験



◇第2回検討委員会

日 時 令和3年12月17日(金) 10:00~12:00

開催方法 ハイブリッド方式(WEB会議)

WEB、長野県林業総合センター(塩尻市)

出席者 25名

主な内容 (1) 試験関係事業について(中間報告)

①NLT曲げ強度性能試験

②NLT防耐火性能試験

(2) 普及事業について

(3) 成果報告会について



◇第3回検討委員会

日 時 令和4年2月9日(水) 10:00~12:00

開催方法 ハイブリッド方式(WEB会議)

WEB、長野県林業総合センター(塩尻市)

出席者 26名

主な内容 (1) 事業報告等について

①NLT曲げ強度性能試験

②NLT防耐火性能試験

(2) 普及事業について

(3) 事業報告書について

(4) 成果報告会について



第2章 「信州カラマツ 210 材を用いたNLT技術開発・実証及び信州カラマツ 210 材普及事業」結果等

I 信州カラマツ 210 材を用いたNLT技術開発・実証

1 NLT曲げ強度性能試験・釘せん断試験

1.1 目的

NLTは公益財団法人日本住宅・木材技術センター（以下「住木センター」）の認証（新工法NSK 17a1、令和2年7月31日認証、認証取得者：（一社）日本ツーバイフォー建築協会）に従って設計・運用される。カラマツは本認証の適用木材であるが、認証申請の際に曲げ試験等が行われたのはスギ・SPFのNLTにおいてであり、カラマツNLTの実大曲げ試験や釘せん断試験は行われていない。

1)

今回、カラマツNLTについても試験を行い実際の強度等を確認し、併せて認証を受けた強度計算方法を検証することで、信州カラマツ大径材の有効活用に必要な技術開発を進めると共に、枠組壁工法部材の市場の不安定性の解消及び長野県産カラマツの新たな利用拡大を図る。

1.2 210 材の諸元

1.2.1 試験体

「3. NLTの実大曲げ試験」及び「4. 釘せん断試験」で試験体を構成する 210 ディメンションランバー（以下「210 材」）は、重量の計測及び動的ヤング係数を測定した。代表的な試験体の様子を写真1-1に示す。



写真1-1 信州カラマツ 210 材

1.2.2 試験体素材

試験体素材の詳細を表 1-1 に示す。全 100 枚の納入材のうち仕様に従う 54 枚を測定した。

表 1-1 試験体の詳細

項目		仕様・詳細	備考
構成材料	樹種	カラマツ	
	寸法形式	210 (厚 38×幅 235×長 4,000 mm)	
	基準	枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用製材たて継ぎ材の日本農林規格※ ・区分 甲種枠組材 (乾燥材) ・樹種群 JSⅢ ・等級 特級 (目視等級区分) 相当※	※: JAS 認定工場がないため、JAS 特級 (目視等級区分) 相当材
	含水率	15%以下	

1.2.3 測定方法

- (1) 試験体の重量の測定は、重量計 (FJ-300K、新光電子株式会社) を用い、1g 単位で測定し、密度の算出に供した。
- (2) 周波数の測定は簡易型製材・原木強度測定器 (HG-2020SP 変形型、株式会社 A T A) を用いて行い、縦振動ヤング係数の算出に供した。

1.2.4 試験結果

測定結果を表1-2に示す。

表1-2 210材の物性値

縦振動 ヤング係数 順位	縦振動 ヤング係数 (kN/mm ²)	密度 (g/cm ³)	縦振動 ヤング係数 順位	縦振動 ヤング係数 (kN/mm ²)	密度 (g/cm ³)	縦振動 ヤング係数 順位	縦振動 ヤング係数 (kN/mm ²)	密度 (g/cm ³)
1	7.83	0.46	19	12.85	0.58	37	15.65	0.56
2	8.99	0.45	20	12.93	0.50	38	15.74	0.59
3	9.06	0.45	21	13.06	0.56	39	15.93	0.57
4	9.45	0.44	22	13.13	0.50	40	15.94	0.53
5	10.12	0.47	23	13.38	0.53	41	16.02	0.53
6	10.51	0.51	24	13.44	0.54	42	16.04	0.56
7	10.90	0.53	25	13.59	0.55	43	16.07	0.59
8	10.97	0.51	26	14.17	0.57	44	16.27	0.57
9	11.03	0.54	27	14.33	0.58	45	16.29	0.60
10	11.48	0.57	28	14.52	0.53	46	16.60	0.55
11	11.73	0.53	29	14.58	0.50	47	16.83	0.55
12	11.83	0.46	30	15.04	0.55	48	16.96	0.61
13	11.85	0.55	31	15.07	0.55	49	17.27	0.59
14	12.08	0.44	32	15.08	0.53	50	17.97	0.55
15	12.27	0.47	33	15.11	0.54	51	17.98	0.57
16	12.28	0.46	34	15.30	0.53	52	18.12	0.56
17	12.55	0.49	35	15.31	0.57	53	18.85	0.64
18	12.70	0.50	36	15.61	0.56	54	18.97	0.60

1.3 NLTの実大曲げ試験

1.3.1 試験体

試験体の詳細を表 1-3 に示す。また、210 材からの木取り図を図 1-1 に、試験体の構成と割付図を図 1-2 に、素材の物性値を表 1-4 に示す。なお、図 1-1 の 250mm の部材は後述の釘せん断試験に供した。

素材試験を行った 54 枚の 210 材から 42 枚の NLT 構成要素を選抜するにあたり、210 材をヤング係数で順位化し、2018 年枠組工法建築物構造計算指針 2) で示された枠組材カラマツ甲種特級の基準弾性係数 10.4kN/mm² 未満の 5 枚を除外し、残る 49 枚から無作為に 42 枚を抽出し、残る 7 枚は予備材とした。また、NLT 製作の際著しい繊維傾斜が明らかになったヤング係数順位 26 の 210 材は、予備材の順位 37 の材と入れ替えた。これら一連の選抜・入れ替えは (一社) 日本ツーバイフォー建築協会の指示に従った。

表 1-3 試験体の詳細

項目		仕様・詳細
NLT	試験体数	3 体
	寸 法	厚 235×幅 228×全長 8,690 mm 積層数：6 層
	構 成	1 及び 6 層：345+4,000+4,000+345 mm 2 層：2,745+4,000+1,945 mm 3 層：1,145+4,000+3,545 mm 4 層：3,545+4,000+1,145 mm 5 層：1,945+4,000+2,745 mm
	接合方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 枠組材の接合方法 太め鉄丸釘 CN75 (JIS A5508) 表面処理なし、2 列打ち ・ 1 層目を除く奇数層の釘の縁短距離 縁距離 30mm、短距離 50mm ・ 偶数層の釘の縁短距離 縁距離 30mm、短距離 50mm ・ 枠組み材長さ方向の継ぎ手 あり (3~5mm のバットジョイント)

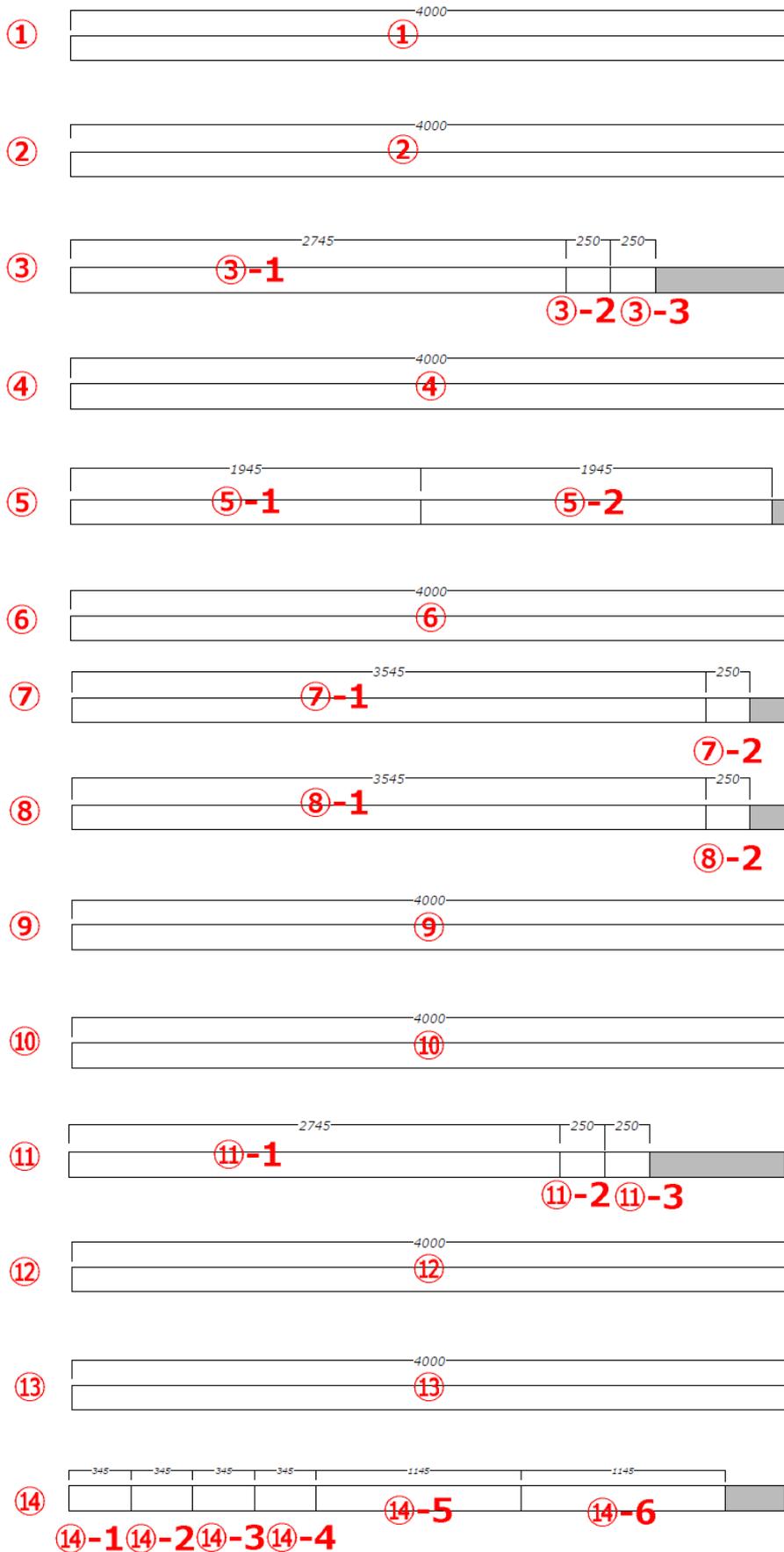


図 1-1 木取り図

試験体 K1082(カラマツ210) 4m材 14本使用 組立用釘：φ3.76mm×L=76.2mm (CN75 JIS)

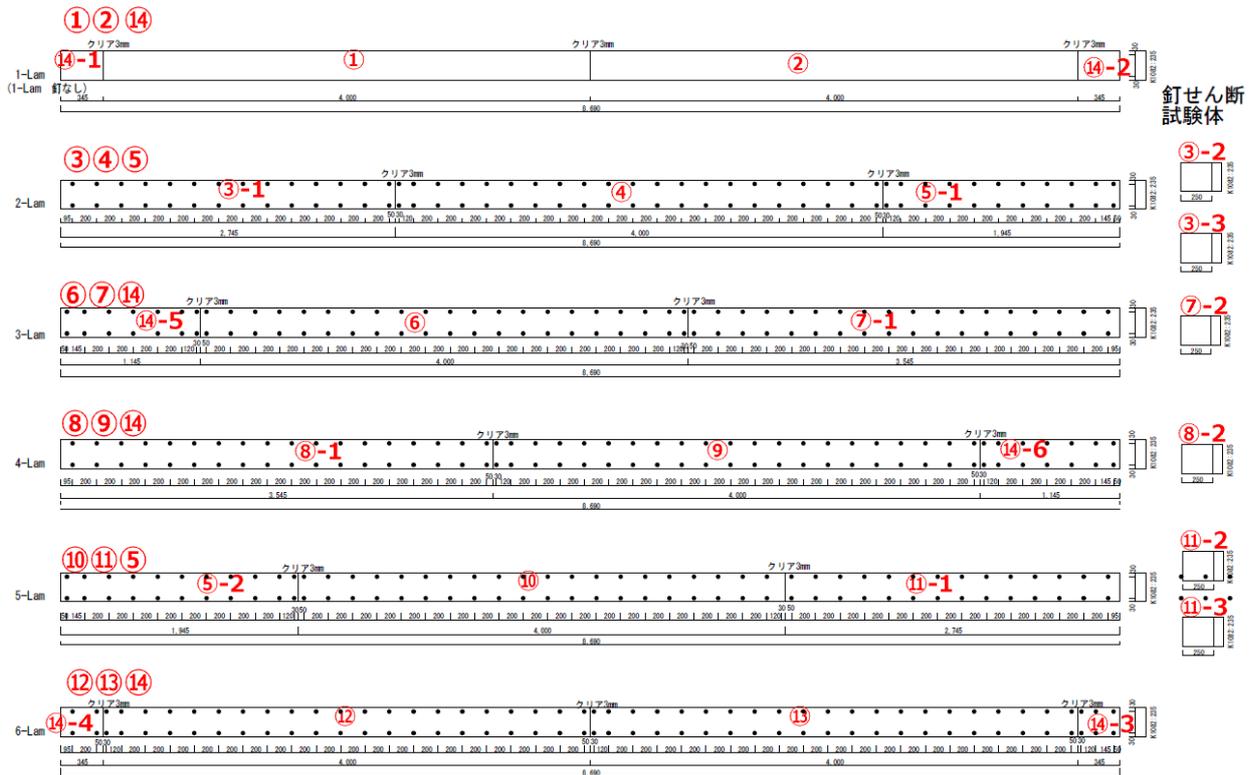


図 1-2 試験体の構成及び試験体素材の割付

表 1-4 試験体素材の物性値

試験体番号	割付	密度 (g/cm ³)	縦振動ヤング係数 (kN/mm ²)	試験体番号	割付	密度 (g/cm ³)	縦振動ヤング係数 (kN/mm ²)	試験体番号	割付	密度 (g/cm ³)	縦振動ヤング係数 (kN/mm ²)
1	①	0.51	10.51	2	①	0.53	13.38	3	①	0.57	15.93
	②	0.51	10.97		②	0.54	13.44		②	0.53	15.94
	③	0.54	11.03		③	0.55	13.59		③	0.53	16.02
	④	0.57	11.48		④	0.56	15.65		④	0.56	16.04
	⑤	0.53	11.73		⑤	0.58	14.33		⑤	0.59	16.07
	⑥	0.46	11.83		⑥	0.53	14.52		⑥	0.60	16.29
	⑦	0.44	12.08		⑦	0.50	14.58		⑦	0.55	16.60
	⑧	0.47	12.27		⑧	0.55	15.04		⑧	0.55	16.83
	⑨	0.49	12.55		⑨	0.53	15.08		⑨	0.61	16.96
	⑩	0.50	12.70		⑩	0.54	15.11		⑩	0.59	17.27
	⑪	0.58	12.85		⑪	0.53	15.30		⑪	0.55	17.97
	⑫	0.50	12.93		⑫	0.57	15.31		⑫	0.57	17.98
	⑬	0.56	13.06		⑬	0.56	15.61		⑬	0.64	18.85
	⑭	0.50	13.13		⑭	0.59	15.74		⑭	0.60	18.97
平均	0.51	12.08	平均	0.55	14.76	平均	0.57	16.98			

1.3.2 試験方法

- (1) 曲げ試験の概要及び変位計の設置場所を図 1-3 に示し、代表的な試験体設置の様子を写真 1-2 に示す。
- (2) 試験は加力方向を NLT の厚さ方向（枠組材の幅方向）とし、3 等分点 4 点荷重法で行った。
- (3) 加力は、実大材曲げ強度試験機 UH-1000kNA（島津製作所）を用い、（一社）日本ツーバイフォー建築協会の指示に従いストローク変位 5mm/min で最大荷重に達するまで加力した。
- (4) 絶対変位は、巻込型変位計（#1～#8）で測定した。試験体下面のスパン中央及び左右 10mm 地点の変位を巻込型変位計（中央：#5～#8、10mm 地点：#1～#4）で測定し、平均値をスパン中央変位とし曲げ弾性係数の算定に供した。

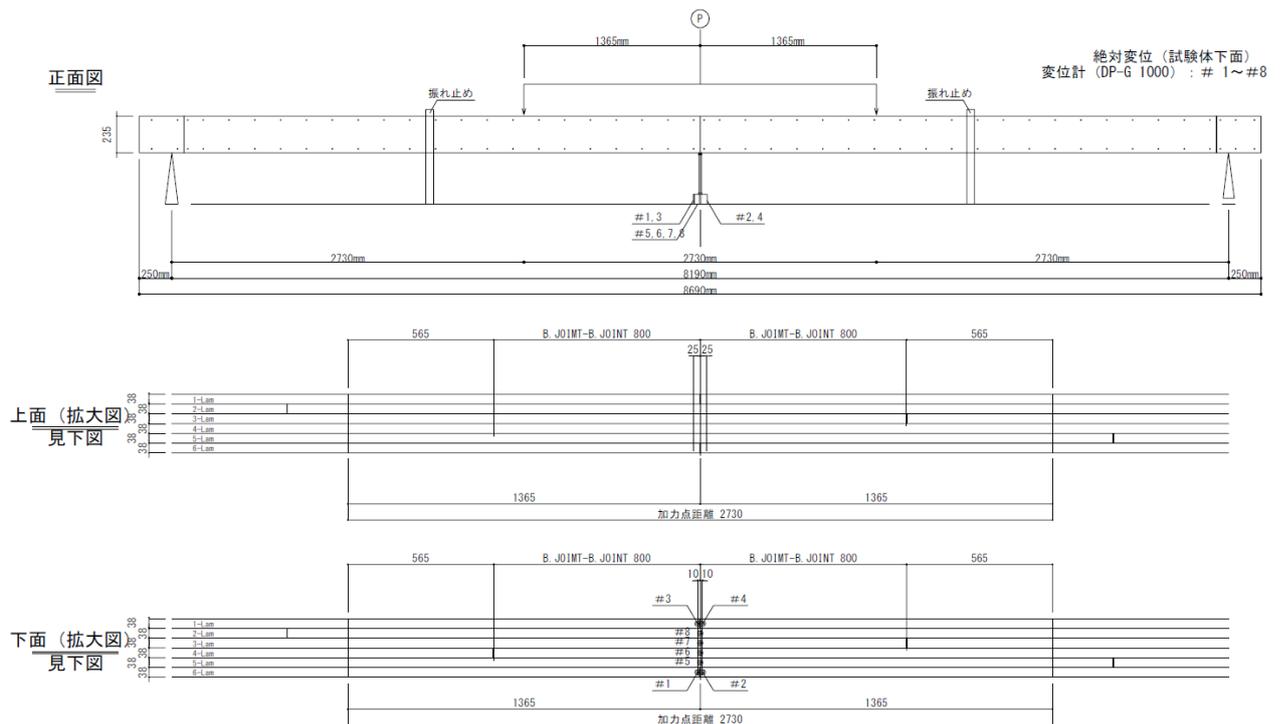


図 1-3 曲げ試験の概要および変位計配置図



写真 1-2 実大曲げ試験体設置の様子

1.3.3 曲げ強さ及び曲げ弾性係数の算定

曲げ弾性係数 (Eb) は式1、曲げ強度 (Fb) は以下により算定した。

$$Eb = \frac{23\Delta Pl^3}{108bh^3\Delta y} \dots\dots\dots (1)$$

$$Fb = P_{max}l/bh^2 \dots\dots\dots (2)$$

ここで、

l : スパン(8190mm)

b : 試験体の幅(228mm)

h : 試験体の高さ(235mm)

ΔP : 最大荷重の約40%の荷重と最大荷重の約10%の荷重との差

Δy : 最大荷重の約40%の荷重に対するスパン中央変位と最大荷重の約10%の荷重に対するスパン中央変位 (#1-#8 の平均値) との差

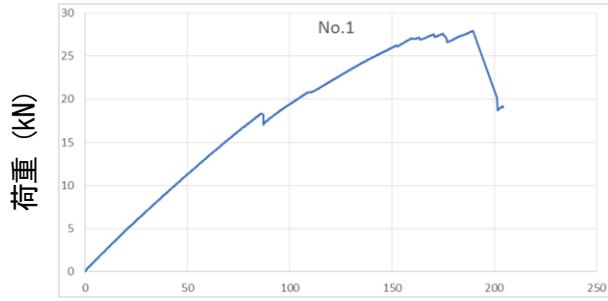
Pmax : 最大荷重

1.3.4 試験結果

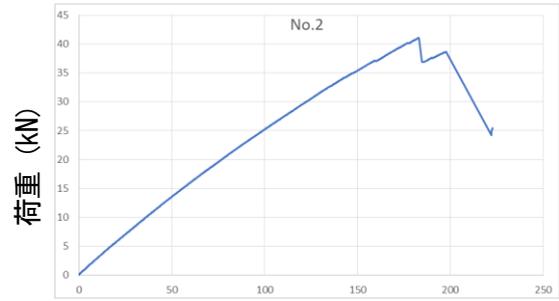
試験結果を表1-5に、荷重-スパン中央部変位の関係を図1-4に示す。また、試験体の破壊状況を写真1-3に示す。

表1-5 実大曲げ試験結果

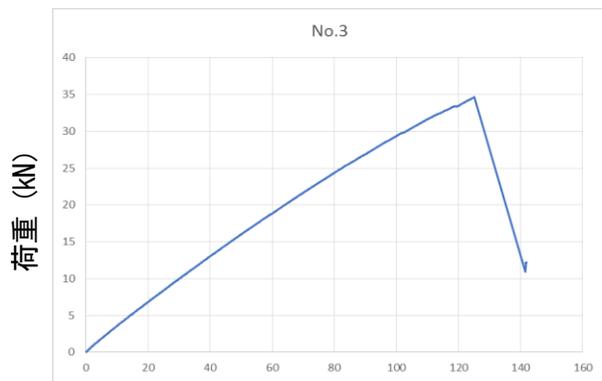
試験体 No.	最大荷重 (kN)	曲げ強さ (N/mm ²)	曲げヤング係数 (kN/mm ²)	破壊形態
1	27.9	18.2	8.65	<ul style="list-style-type: none"> ・荷重点間の曲げ破壊 ・最外層釘接合部のせん断破壊
2	41.0	26.7	10.22	
3	34.6	22.5	12.41	



スパン中央部変位 (mm)



スパン中央部変位 (mm)



スパン中央部変位 (mm)

図 1-4 荷重—スパン中央部変位の関係



No. 1: 曲げ破壊、最外層釘接合部のせん断破壊



No. 1: 曲げ破壊 (下面)



No. 2: 曲げ破壊、最外層釘接合部のせん断破壊



No. 2: 曲げ破壊 (下面)



No. 3: 曲げ破壊、最外層釘接合部のせん断破壊



No. 3: 曲げ破壊 (下面)

写真 1-3 破壊状況

1.4 釘せん断試験

1.4.1 試験材

用いる試験素材は実大曲げ試験で用いた 210 材の端材としたが、実大曲げ試験には杵組材カラマツ甲種特級の基準弾性係数以上の 210 材のみを用いていることに留意する必要がある。寸法は主材・側材共に 38×235×250 (mm) とした。表 1-6 に試験体の構成と物性値を示すが、物性値は 4m 材時のものであり、寸法調整後再度測定は行っていない。

使用した釘は実大曲げ試験で使用した釘と全く同じ CN75 釘を使用し、実大曲げ試験体を製作した施工者が、実大曲げ試験体製作時と全く同じネイラーを使用し製作した。

表 1-6 試験体の構成と物性値

試験体名	主材			側材1			側材2			加力方向
	木取りNo.	縦振動 ヤング係数 (kN/mm ²)	密度 (g/cm ³)	木取りNo.	縦振動 ヤング係数 (kN/mm ²)	密度 (g/cm ³)	木取りNo.	縦振動 ヤング係数 (kN/mm ²)	密度 (g/cm ³)	
1-P	⑦-2	12.08	0.44	③-2	11.03	0.54	⑪-2	12.85	0.58	繊維平行
2-P		14.58	0.50		13.59	0.55		15.30	0.53	
3-P		16.60	0.55		16.02	0.53		17.97	0.55	
1-V	⑧-2	12.27	0.47	③-3	11.03	0.54	⑪-3	12.85	0.58	繊維直交
2-V		15.04	0.55		13.59	0.55		15.30	0.53	
3-V		16.83	0.55		16.02	0.53		17.97	0.55	

1.4.2 試験方法

試験方法は枠組壁工法建築物構造設計指針1)に準拠した、いわゆるロケット型試験とし図1-5のような主材を2本の側材で挟み込み釘留めした試験体を主材の頂部から一方向に圧縮荷重を加えるものとした。ただし、釘の打ち込み方向はNLTの製造の実態に合わせ、一方向から行った。試験体設置の様子を写真1-4に示す。

- (1) 加力は、実大材圧縮試験機 CCM-2000kNA (島津製作所) を用い、ストローク変位 3.0mm/min(3-Vのみ 5.0mm/min) で最大荷重に達するまで単調加力した。
- (2) 荷重はクロスヘッド内蔵のロードセルで計測し、主材-側材間の相対変位 (試験体の表裏で2か所) は巻き取り式変位計で計測した。

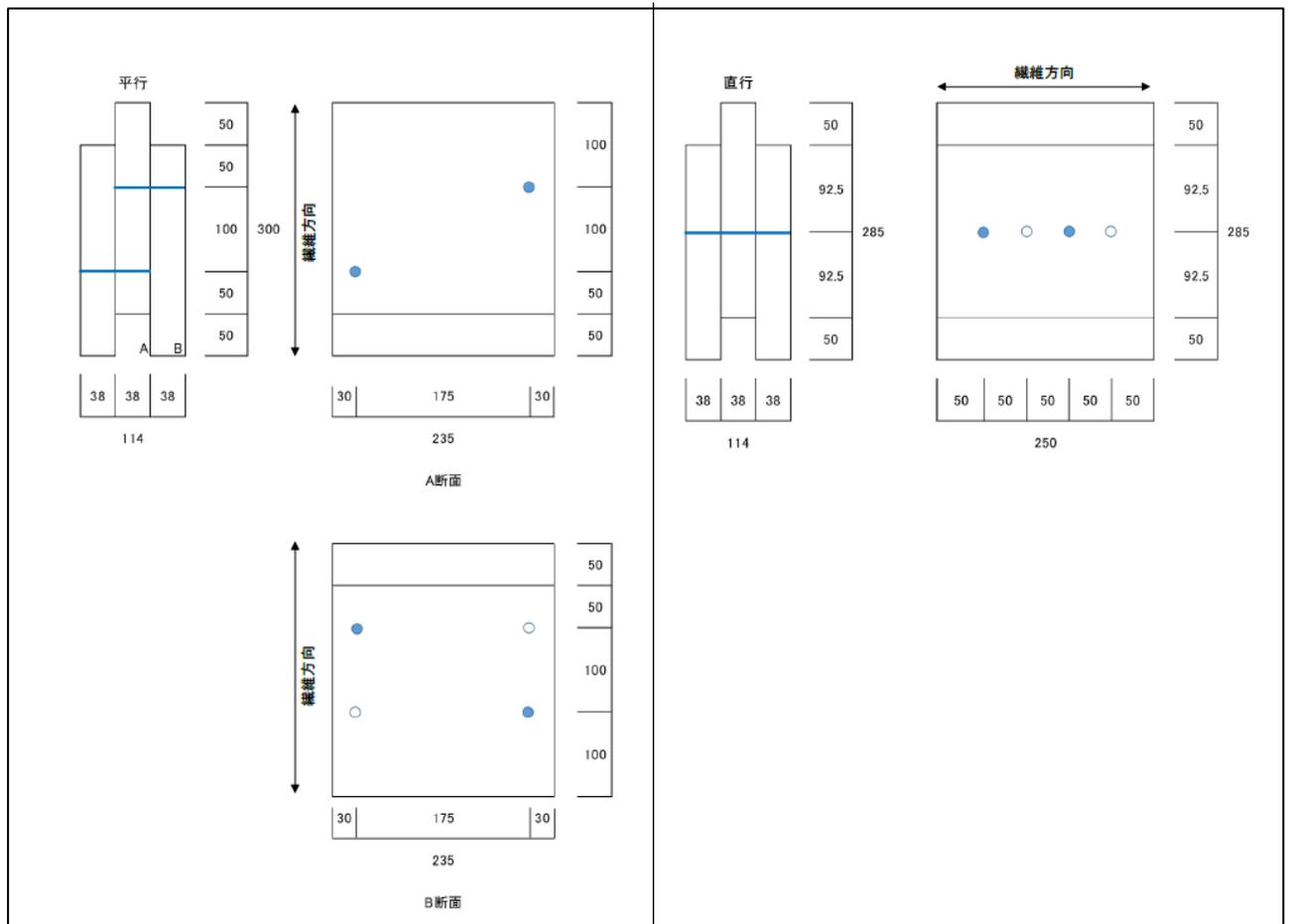
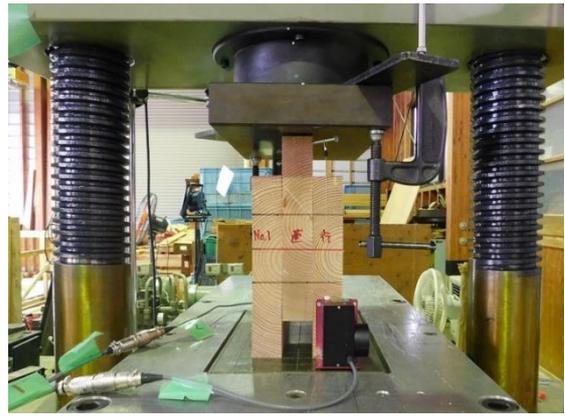


図1-5 試験体図 (左: 繊維平行、右: 繊維直交 凡例 ●: 釘目視可 ○: 釘目視不可)



1-P



1-V



2-P



2-V



3-P



3-V

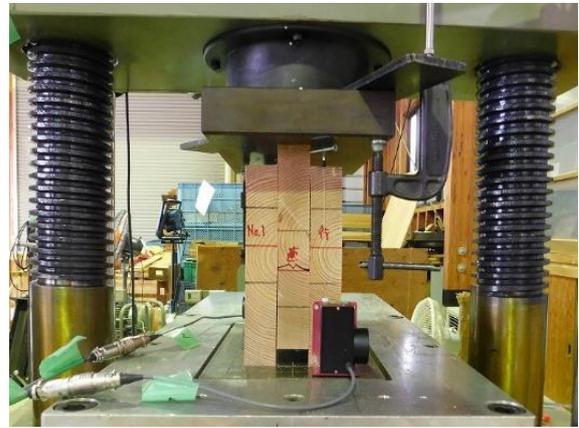
写真1-4 加力前

1.4.3 試験結果

繊維平行の3体は主材一側材の相対変位が30mmに達するまでに最大荷重の80%まで荷重が低下しなかったが、繊維直交の3体は最大荷重の80%まで荷重が低下した。試験後の試験体の様子を写真1-5に示す。



1-P



1-V



2-P



2-V



3-P



3-V

写真1-5 試験終了時

試験体それぞれの荷重変位曲線を図1-6～1-11に示す。荷重変位曲線はPickPoint 3.292 2)により完全弾塑性処理することで、釘1本当たりの初期剛性 k (kN/mm)と降伏耐力 P_y (kN)を算出した。試験結果を表1-7に示す。

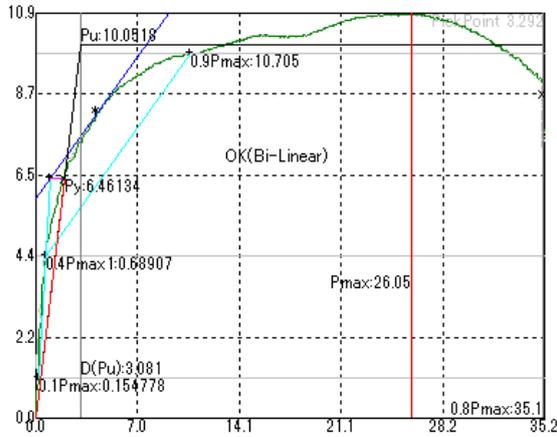


図1-6 1-P 荷重変位曲線

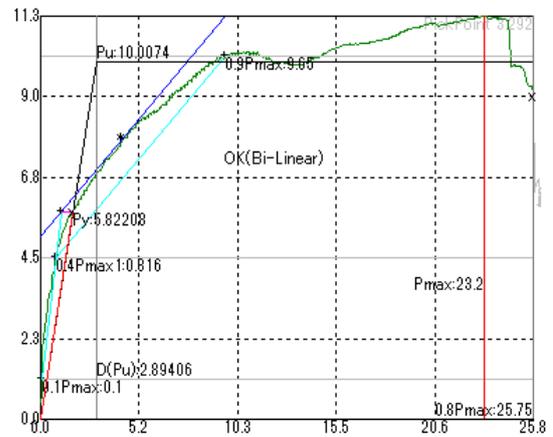


図1-7 1-V 荷重変位曲線

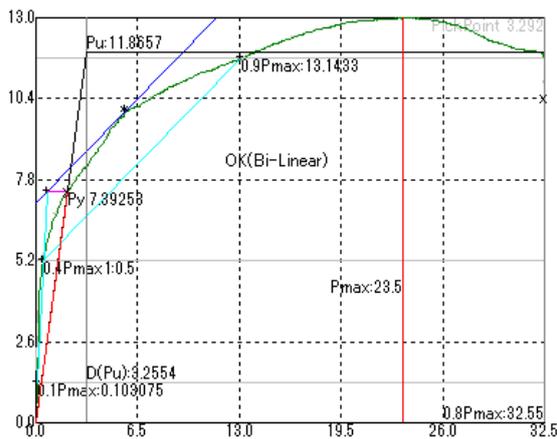


図1-8 2-P 荷重変位曲線

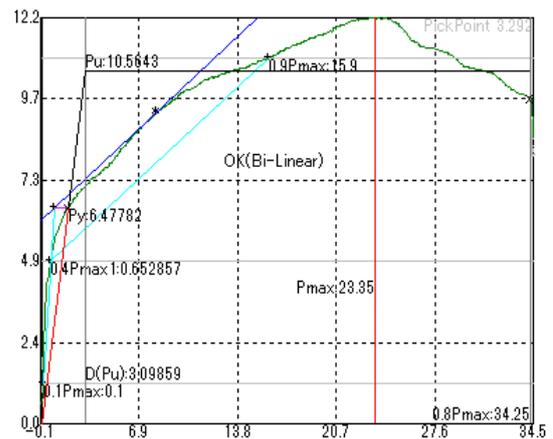


図1-9 2-V 荷重変位曲線

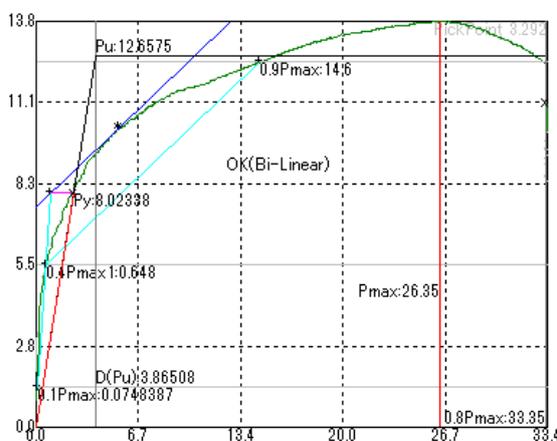


図1-10 3-P 荷重変位曲線

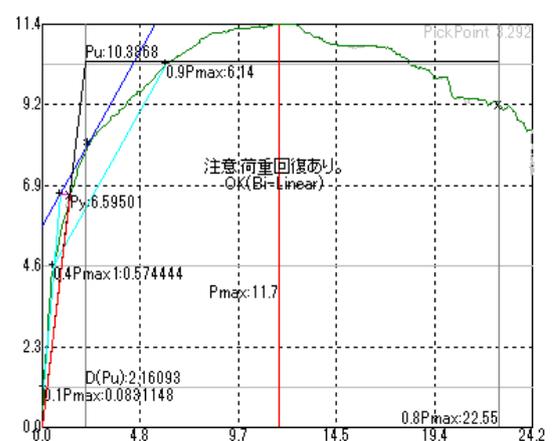


図1-11 3-V 荷重変位曲線

※図4.3.1～6は接合具(釘)4本あたりの数値とする。

表 1-7 釘せん断試験結果

試験体名	初期剛性k (kN/mm)	降伏耐力Py (kN)	試験体名	初期剛性k (kN/mm)	降伏耐力Py (kN)
1-P	0.82	1.62	1-V	0.86	1.46
2-P	0.91	1.85	2-V	0.85	1.62
3-P	0.82	2.01	3-V	1.20	1.65

1.5 認証を受けた強度計算方法と設計用釘特性値の検証

1.5.1 剛性低減率

以下認証申請内容を一部抜粋する。「バットジョイント部を木材添え板釘接合でモデル化した部材の剛性とその接合範囲におけるバットジョイントの無い部材の剛性の比を剛性低減率とする。なお、6層ユニットに対して、最後（最初）の1枚を除いた積層数を有効積層数として実積層数（6層）に対する比も乗じて剛性低減率とする。」

1.5.2 剛性低減率 αEI の計算式

認証を受けた回転剛性 K_θ の計算式を転記すると下記の通りである。



回転剛性の算出過程を表 1-8 に示す。

表 1-8 回転剛性の算出

釘配置	xi mm	yi mm	I_{xi} mm^2	I_x mm^2	I_{yi} mm^2	I_y mm^2	I_p mm^2	k_n N/mm	K_θ kNm/rad
①	750	87.5	2,250,000	6,800,000	30,625	245,000	7,045,000	610	4,297
②	650	87.5	1,690,000		30,625				
③	550	87.5	1,210,000		30,625				
④	450	87.5	810,000		30,625				
⑤	350	87.5	490,000		30,625				
⑥	250	87.5	250,000		30,625				
⑦	150	87.5	90,000		30,625				
⑧	50	87.5	10,000		30,625				

また、認証を受けた剛性低減率 α_{EI} の計算式を転記すると下記の通りである。

$$\alpha_{EI} = \frac{\delta_{Lumber}}{\delta_{Lumber} + \delta_{Joint}} \cdot \frac{n_u - 1}{n_u} = \frac{K_{\theta} \cdot L_L^2}{K_{\theta} \cdot L_L^2 + 8EI_u} \cdot \frac{5}{6} \quad \dots(2.5.1-4)$$

n_u : 単位 NLT 版の積層数 (6 層)
 δ_{Lumber} : 両端に曲げモーメントを作用させた場合のランバーの曲げ変位

$$\delta_{Lumber} = \frac{ML_L^2}{8EI_u} \quad \dots(2.5.1-5)$$

M : 単位モーメント、 L_L : 基準ランバー長さ (標準: 4000mm)
 E : ランバーのヤング係数 (基準弾性係数)
 I_u : 単位 NLT 版の断面 2 次モーメント

$$I_u = b_u h^3 / 12 \quad \dots(2.5.1-6)$$

h : 材背 (204:89mm、206:140mm、208:184mm、210:235mm、212:286mm)
 b_u : 単位 NLT 版の幅 (6 層分: 38mm×6=228mm)

δ_{joint} : 釘接合部の変位

$$\delta_{Joint} = \frac{Mc}{K_{\theta}} \quad \dots(2.5.1-7)$$

M : 単位モーメント、 c : 基準ランバー端部から回転中心までの距離 (標準 800mm)
 K_{θ} : 釘接合部の回転剛性 (2.5.1-1) 式より

1.5.3 カラマツNLTにおける剛性低減率 α_{EI} の計算式の評価

上記計算式に表 1-9 の定数等を代入し得られた剛性低減率から導かれる NLT のヤング係数を設計用ヤング係数 (設計値) E_{dv} 、各 NLT の素材平均縦振動ヤング係数を代入して得られる NLT のヤング係数を推定ヤング係数 (理論値) E_{calc} 、実際の試験で得られたヤング係数を実測ヤング係数 (実験値) E_{expt} とし、表 1-10 に示す。

NLT 実大曲げ試験体の実測ヤング係数 E_{expt} はいずれも設計用ヤング係数 E_{dv} を上回った。ただし、今回の試験は 1.3.1 の項目で述べたとおり、枠組材カラマツ甲種特級の基準弾性係数以上と確認できた 210 材のみを、NLT 試験体ごとにそれを構成する 210 材のヤング係数のばらつきが小さくなるように組み合わせたものである点に留意が必要である。

表 1-9

材幅b (mm)	材背h (mm)	断面二次モーメント I_u (mm ⁴)	I_p (mm ²)	積層数 n	断面係数 Z(mm ³)	基準曲げ強度 F_b -NLT (N/mm ²)	基準弾性係数 E (N/mm ²)	設計すべり係数 K_n (N/mm)	回転剛性 K_{θ} (kNm/rad)	単位モーメント M(Nm)	ランバー長さ L_L (mm)	回転中心 c(mm)
228	235	246,579.625	7,045,000	6	2,098,555	10.2	10,400	610	4,297	7,848,577	4,000	800

*1単位M:長期耐力相当時の曲げモーメント $M = F_{b-NLT} \times Z \times 1.1/3$

表 1-10

試験体 No.	変位置 (基準弾性係数由来)		変位置 (ランバー平均由来)		設計値 (基準弾性係数由来)		理論値 (ランバー平均由来)		実験値 (実大曲げ試験)	
	δ_{Lumber} (mm)	δ_{Joint} (mm)	δ_{Lumber} (mm)	δ_{Joint} (mm)	α_{EI}	E_{dv} (kN/mm ²)	α_{calc}	E_{calc} (kN/mm ²)	α_{expt}	E_{expt} (kN/mm ²)
1	6.12	1.46	5.27	1.46	0.67	7.00	0.65	7.88	0.72	8.65
2	6.12	1.46	4.31	1.46	0.67	7.00	0.62	9.19	0.69	10.22
3	6.12	1.46	3.75	1.46	0.67	7.00	0.60	10.18	0.73	12.41

1.5.4 曲げ強度設計式

以下認証申請内容を一部抜粋する。「NLTの有効積層数を、最後（最初）の1枚を除いた積層数とし、さらに、バットジョイントが5層おきに繰り返される事を踏まえ、全体の4/5を有効として、基準強度を低減する。」

1.5.5 基準曲げ強度 F_{b-NLT} の計算式

認証を受けた計算式を転記すると下記の通りである。

$$F_{b-NLT} = \frac{n-1}{n} \times \frac{4}{5} \times K_z \times F_b$$

F_{b-NLT} : バットジョイントを有する NLT の基準曲げ強度

n : NLT 版の積層数

K_z : 寸法調整係数 (平 12 建告 1452 号第三)

F_b : ランバーの曲げ基準曲げ強度 (平 12 建告 1452 号第三)

1.5.6 カラマツNLTにおける基準曲げ強度 F_{b-NLT} の計算式の評価

上記計算式に $n=6$ 、210 材の $K_z=0.67$ 、カラマツ甲種特級の $F_b=22.5$ を代入すると、 $F_{b-NLT}=10.2$ が得られる。表 1-11 に示す通り、今回の実大曲げ試験体の実測曲げ強度はこれをすべて上回っている。ただし、今回の試験は 1.3.1 の項目で述べたとおり、枠組材カラマツ甲種特級の基準弾性係数以上と確認できた 210 材のみを、NLT 試験体ごとにそれを構成する 210 材のヤング係数のばらつきが小さくなるように組み合わせたものである点に留意が必要である。

表 1-11 実大曲げ試験結果と設計値の比較

試験体 No.	最大荷重 (kN)	曲げ強さ (N/mm ²)	曲げヤング係数 (kN/mm ²)
1	27.9	18.2	8.65
2	41.0	26.7	10.22
3	34.6	22.5	12.41
設計値 (カラマツ特級210材 6層NLTの場合)	-	10.2	7.00

1.5.7 設計用釘のすべり係数及び降伏耐力

以下認証申請内容を一部抜粋する。「本設計で用いる釘 1 本当りすべり係数及び降伏耐力は、安全側の評価となる SPF の結果を、適用範囲内の樹種群共通として、設計に用いる事とする」
認証を受けた値を表 1-12 に示す。

表 1-12 設計用釘のすべり係数及び降伏耐力

釘	樹種群	釘のすべり係数(N/mm)	降伏耐力(N)
CN75	適用範囲内の樹種群	610	860

1.5.8 カラマツNLTにおける計用釘のすべり係数及び降伏耐力の評価

表 1-13 に示す通り、今回全試験体で設計値を上回る初期剛性と降伏耐力が確認でき、その 50%下限値は設計値を上回った。ただし、今回の試験は 1.4.1 の項目で述べたとおり、枠組材カラマツ甲種特級の基準弾性係数以上と確認できた 210 材のみを用いた点に留意が必要である。

表 1-13 釘せん断試験結果と設計値の比較

試験体名	初期剛性k (kN/mm)	降伏耐力Py (kN)	試験体名	初期剛性k (kN/mm)	降伏耐力Py (kN)
1-P	0.82	1.62	1-V	0.86	1.46
2-P	0.91	1.85	2-V	0.85	1.62
3-P	0.82	2.01	3-V	1.20	1.65
平均値	0.85	1.82	平均値	0.97	1.57
標準偏差	0.05	0.20	標準偏差	0.20	0.10
50%下限値	0.82	1.73	50%下限値	0.88	1.53
設計値	0.61	0.86	設計値	0.61	0.86

1.6 まとめ

「信州カラマツ 210 材を用いたNLT技術開発・実証及び信州カラマツ 210 材普及事業」として実施した項目は下記の通りである。

- ① NLT用素材（信州カラマツ 210 材）測定
- ② NLT実大曲げ試験
- ③ 釘せん断試験
- ④ 認証を受けた強度計算方法と設計用釘特性値の検証

①の測定においては、54 枚中 49 枚が文献 2) に示される JAS 枠組材カラマツ甲種特級の基準弾性係数 (10.4kN/mm²) 以上の材が現れ、基準弾性係数が 50%下限値由来の数値 4) であることを考慮すると、極めて良好な結果であった。

②、③の試験及び④の検証では、住木センターの認証を受けている設計値以上の値が得られた。

参考文献等：

- 1) 「中大規模建築物における木材利用の拡大のための、NLT実用化に向けた研究開発事業報告書」一般社団法人日本ツーバイフォー建築協会, 2020 年 3 月
- 2) 2018 年枠組壁工法建築物構造計算指針, 一般社団法人日本ツーバイフォー建築協会編, 丸善出版, 2018, pp. 280-281
- 3) 軽部雅彦. “PickPoint”. 荷重変形曲線の特徴点抽出の自動化ツール PickPoint3.292. 2011-02-09 [https://www. ffpri. affrc. go. jp/labs/etj/karube/PickPoint/index-j. html](https://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/etj/karube/PickPoint/index-j.html)
- 4) 長尾博文. 第 I 部総説集：枠組壁工法に関する技術基盤 3. 日本農林規格における国産樹種群とその強度. 木材工業. Vol. 75、No. 11、2020

2 NLT床版・埋め込み照明を想定した加熱試験

(技術協力：(一社)日本ツーバイフォー建築協会)

2.1 目的

1時間準耐火構造の認定を取得したNLT床版(天井現し)に照明などの機器およびビスを埋込んだ場合の床の準耐火性能並びに機器とビス周辺のNLT各部の燃焼性状を確認する。

なお、(一社)日本ツーバイフォー建築協会では、試験成果を分析・検討した後、有効な設計仕様を「(仮称)NLT技術マニュアル」に記載し、普及を図ることとしている。

2.2 試験概要

依頼者：信州木材認証製品センター

(一社)日本ツーバイフォー建築協会

試験日時：2021年10月8日(金)

着火：13:36 終了：14:36

試験場所：(一財)建材試験センター中央試験所

埼玉県草加市稲荷5丁目21-20

試験体：信州カラマツ210-NLT床版に、埋め込み照明を取り付けることを想定して550mm×190mmの凹部を設け、ここに各種防火措置を施した。

また設備機器等の留付け等を想定したビスを取り付けた。NLT以外の木部材は準耐火構造の認定評価試験の試験体条件に合わせスギ材とした。

加熱方法：IS0834-1に規定された標準加熱曲線による60分間の加熱

温度測定：炉内温度、試験体の内部温度、試験体裏面温度、ビス周囲の温度を測定

目視観察：試験終了後、各仕様の木材断面を取り出し木材の炭化状況等を確認

立会者：◆信州木材認証製品センター関係者

久保田課長補佐、古澤主査(長野県林務部)

小池技師(長野県林業総合センター)

齋藤技術部長、志村課長(齋藤木材)

宮崎理事長、松本事務局長(信州木材認証製品センター)

◆日本ツーバイフォー建築協会関係者

泉技術開発委員長、清野技術部会顧問、坂口技術部長、近藤技術部次長
(日本ツーバイフォー建築協会)

橋本、澤田(建築研究所交流研究員)

試験報告書：第21A1536号(2021年12月16日)

(一財)建材試験センター中央試験所

2.3 試験結果概要

(1) 遮炎性の確認

埋め込み照明を想定した8仕様のいずれも、加熱裏面への炎の噴出は生じず、1時間加熱における遮炎性を有することを確認した。



写真2-1-1 試験前の加熱側の状況



写真2-1-2 試験後の加熱側の状況



写真2-1-3 試験後の裏面側の状況

(2) 遮熱性の確認

埋め込み照明を想定した8仕様の加熱裏面最高温度は試験仕様No. 3の63℃が最高で、1時間加熱における遮熱性を有することを確認した。

表2-1 裏面温度測定結果

試験体仕様 (裏面温度測定位置番号)	裏面温度		
	初期温度	最高温度	平均温度
No.1 (91)	34℃	59℃ (60分)	—
No.2 (92)	34℃	54℃ (60分)	—
No.3 (93)	34℃	63℃ (60分)	—
No.4 (94)	33℃	42℃ (60分)	—
No.5 (95)	34℃	41℃ (60分)	—
No.6 (96)	34℃	37℃ (60分)	—
No.7 (97)	34℃	34℃ (60分)	—
No.8 (98)	33℃	33℃ (60分)	—
一般部	33℃ ^{a)}	34℃ (0分)	33℃ (2分)
[備考] 表中の () 内の数値は到達時間を示す。			
注 ^{a)} 一般部の初期温度は、裏面温度測定位置番号 99～102 の 4 点の平均値を示す。			

本試験により、NLT床版に埋め込み照明を設置する際の防火措置について有用な成果を得た。

2.4 加熱試験体

図2-1に加熱試験体図を示す。信州カラマツ210-NLT床版の防火被覆等を取り付けた加熱試験体を製作し、8ヶ所の550mm×190mmの凹部を設けた。凹部にそれぞれ異なる防火被覆等の仕様を施工した。表2-2に各凹み部の仕様の概要を示す。仕様の詳細は(4)の各仕様における試験結果で示す。

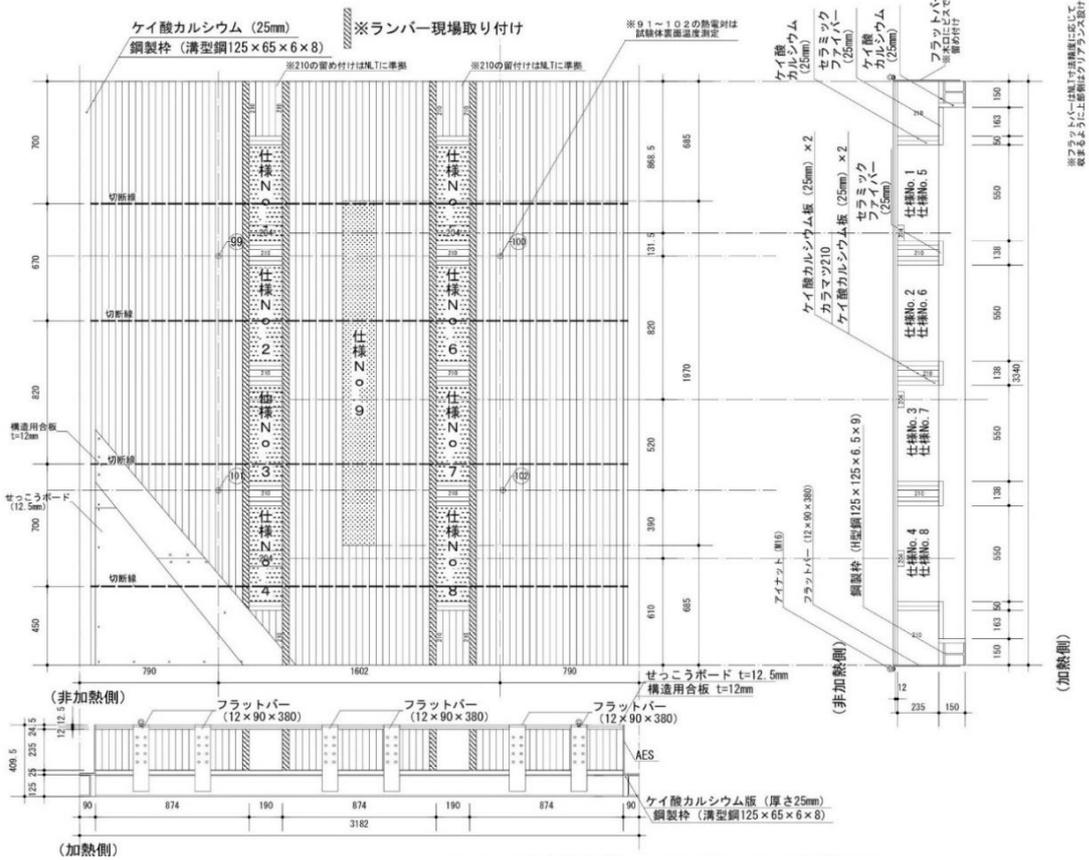


図2-1 試験体全体図 (NLT部)

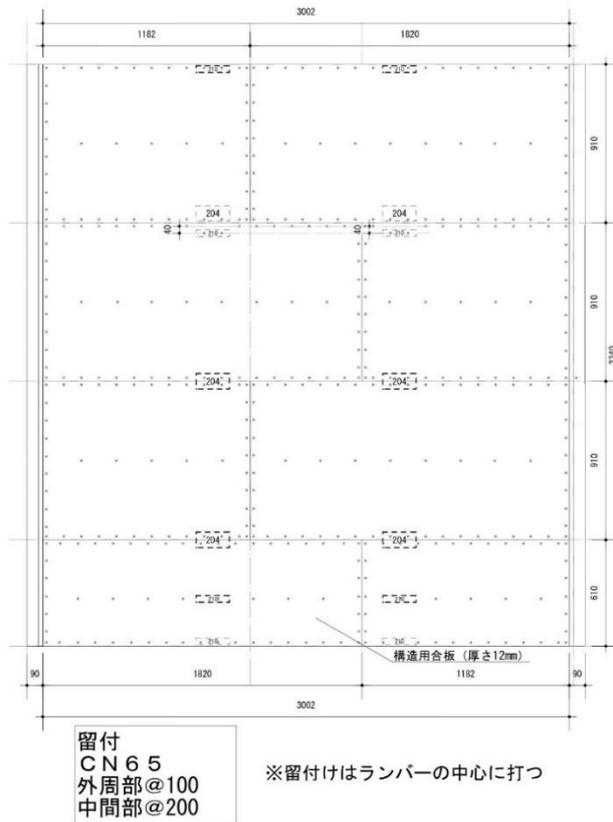


図2-2 試験体全体図 (構造用合板)

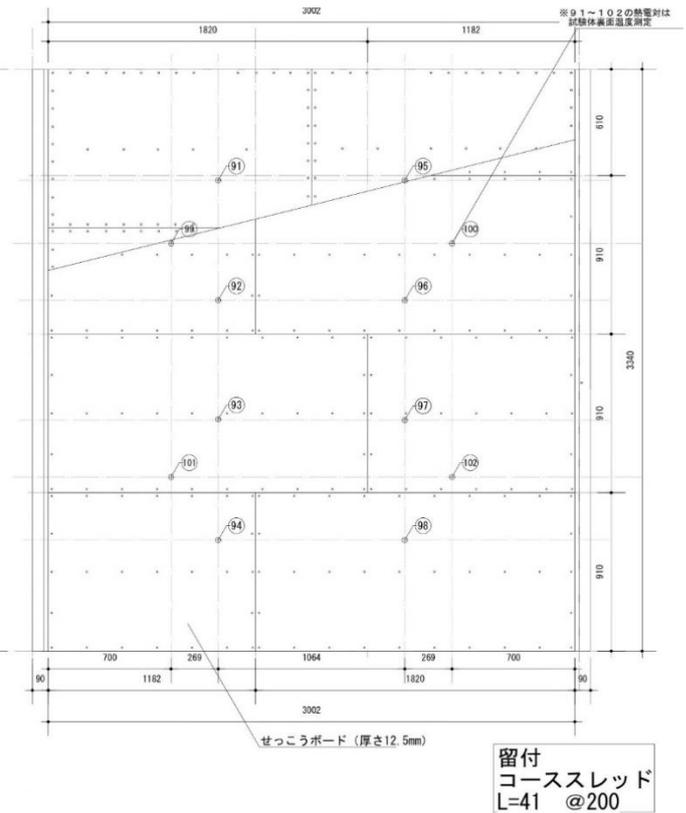


図2-3 試験体全体図 (せっこうボード)

表2-2 凹部の各仕様

	1.NLTパネル側面の被覆	2.凹部上部側の被覆	3.凹部の被覆
仕様No.1	強化せっこうボード 厚12.5mm×2	強化せっこうボード 厚12.5mm×2	なし
仕様No.2	スギ製材 厚さ60mm	強化せっこうボード 厚12.5mm×2	なし
仕様No.3	強化せっこうボード 厚12.5mm×2	強化せっこうボード厚15mm +グラスウール厚50mm	なし
仕様No.4	スギ製材 厚さ60mm	強化せっこうボード厚15mm +グラスウール厚50mm	なし
仕様No.5	なし	強化せっこうボード 厚12.5mm×2	スギ製材 厚さ60mm
仕様No.6	なし	強化せっこうボード厚15mm +グラスウール厚50mm	スギ製材 厚さ60mm
仕様No.7	スギ206-NLT		
仕様No.8	スギ206-NLT+スギ製材 (材断面38×89)		
仕様No.9	3種類のビス (n=2) を取り付け		
NLT床版	カラマツ210		

2.5 加熱試験結果

(1) 加熱温度 (炉内温度)

加熱はISO 834-1に規定する標準加熱曲線に従って実施した。炉内の加熱温度測定結果を図2-4に示す。

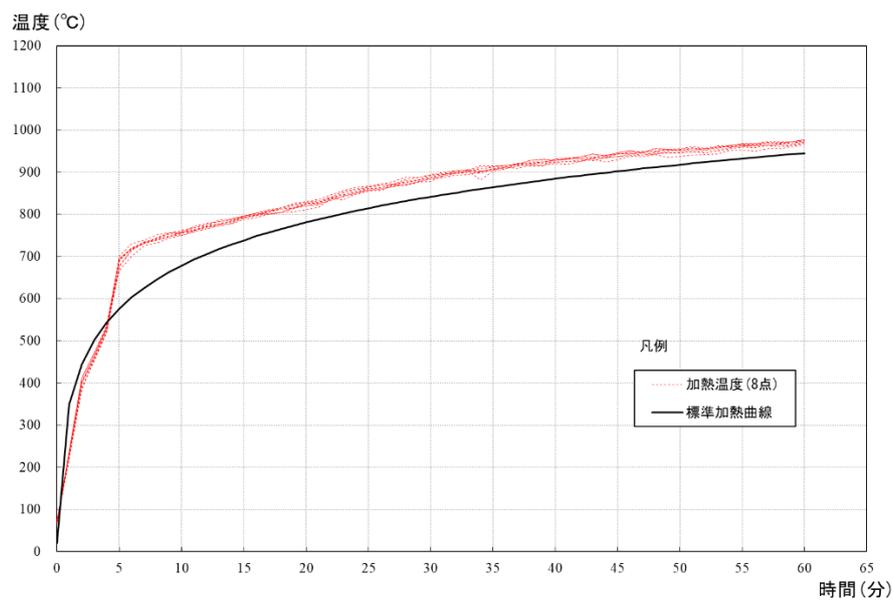


図2-4 炉内温度測定結果

(2) 床版の60分準耐火性能について

床版における60分の準耐火性能の確認のため、各仕様の試験体裏面および一般部として試験体裏面に取り付けた熱電対により遮熱性の確認、また試験体裏面より10秒以上の火炎の噴出がないかを目視により確認し、遮炎性について確認した。図2-5に各仕様試験体裏面温度および一般部試験体裏面温度を示す。熱電対による温度データを確認するといずれの温度も100℃以下であることを確認したため、遮熱性において60分準耐火性能を満たしていることを確認した。また目視により60分間の加熱中に10秒以上の火炎の噴出は確認されなかったため、遮炎性においてもカラマツ210-NLTおよび全ての仕様において、60分準耐火性能を満たしていることを確認した。

表2-3にカラマツ210-NLTおよび各仕様の遮熱性および遮炎性の合否判定について示す。

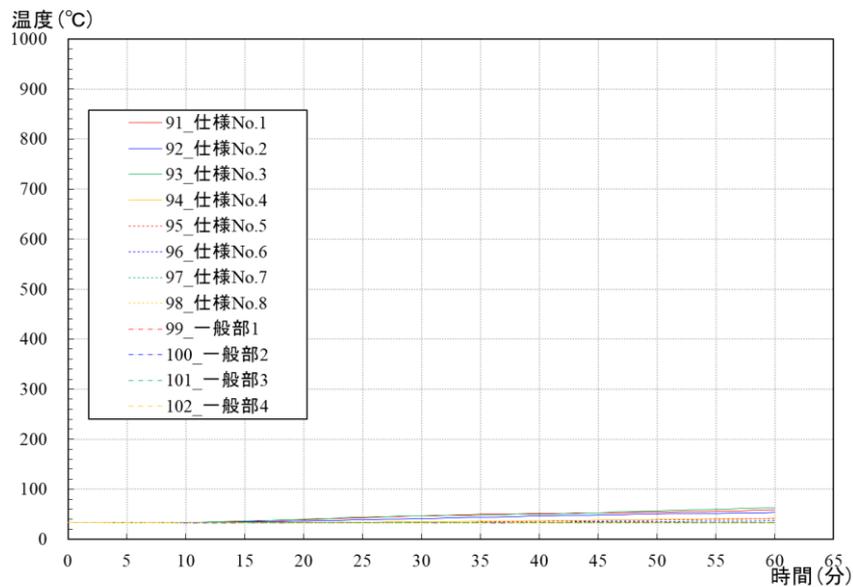


図2-5 裏面温度データ

表2-3 各仕様および一般部の遮熱性、遮炎性合否判定

	1.NLTパネル側面の被覆	2.凹部上部側の被覆	3.凹部の被覆	遮熱性	遮炎性	
仕様No.1	強化せっこうボード 厚12.5mm×2	強化せっこうボード 厚12.5mm×2	なし	○	○	
仕様No.2	スギ製材 厚さ60mm	強化せっこうボード 厚12.5mm×2	なし	○	○	
仕様No.3	強化せっこうボード 厚12.5mm×2	強化せっこうボード厚15mm +グラスウール厚50mm	なし	○	○	
仕様No.4	スギ製材 厚さ60mm	強化せっこうボード厚15mm +グラスウール厚50mm	なし	○	○	
仕様No.5	なし	強化せっこうボード 厚12.5mm×2	スギ製材 厚さ60mm	○	○	
仕様No.6	なし	強化せっこうボード厚15mm +グラスウール厚50mm	スギ製材 厚さ60mm	○	○	
仕様No.7	スギ206-NLT			○	○	
仕様No.8	スギ206-NLT+スギ製材 (材断面38×89)			○	○	
仕様No.9	3種類のビス (n=2) を取り付け			○	○	
NLT床版	カラマツ210			○	○	

(4) 凹部を設けた場合の各仕様の結果

1時間の加熱試験終了後に図2-6に示す位置にて切断し、各仕様の木部の加熱面からの炭化深さを確認した。切断した試験体は図2-6に示した赤矢印の向きに断面を確認した。

試験後における、図に示す炭化深さは、離隔部に面する210および当該210の背面に並んで敷設されている210、それぞれの炭化深さの最大値を示している。

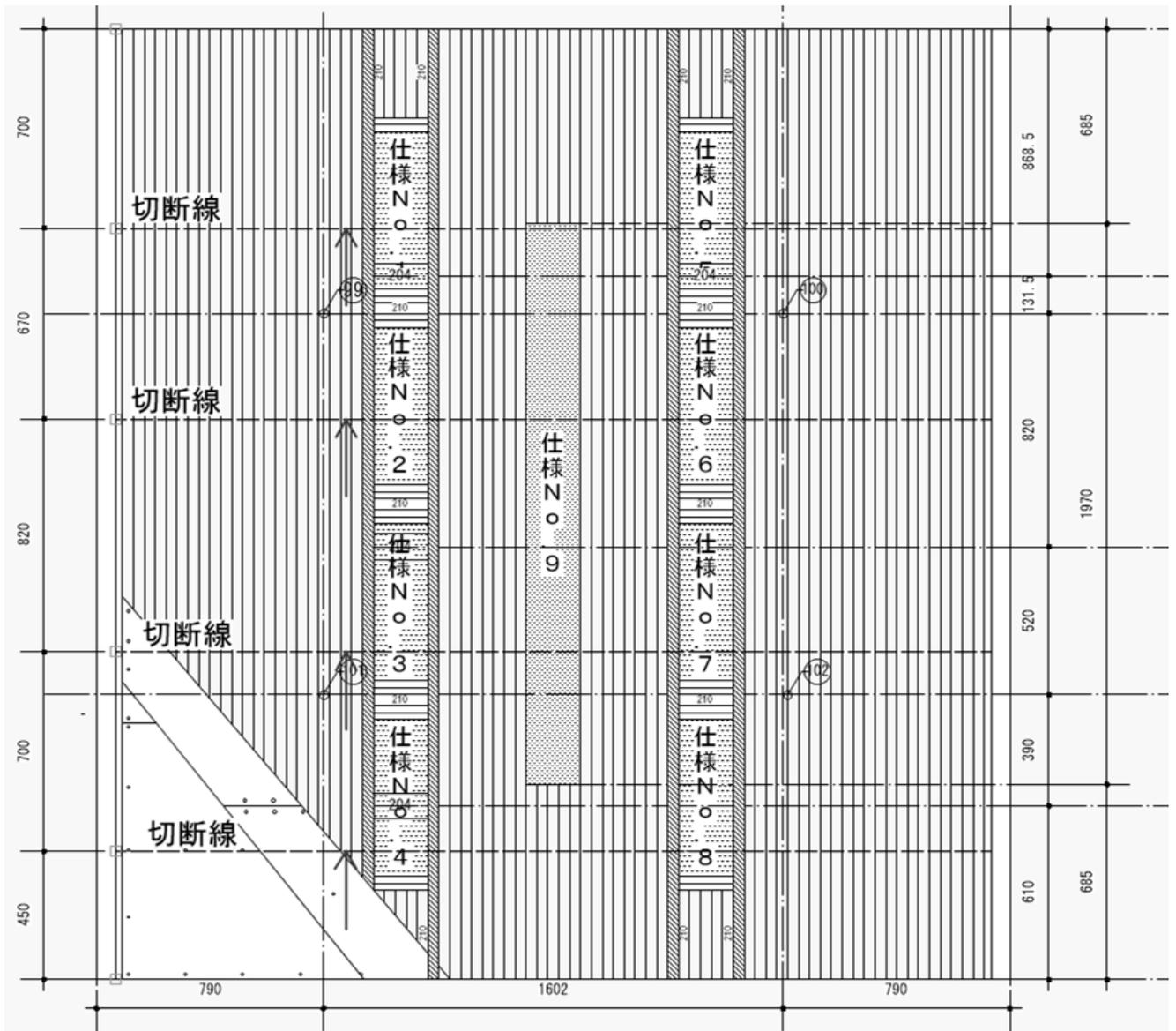


図2-6 切断位置

【仕様No. 2】

仕様No. 2の各部納まりと熱電対位置を図2-10に、各熱電対の温度推移を図2-11に、試験終了後の切断面の状況を写真2-3と図2-12にそれぞれ示す。

図2-10に示すように仕様No. 2は仕様No. 1から凹部垂直面の被覆を厚さ60mmのスギ製材に替えた仕様である。

図2-10に示すように試験体内部温度はNLTの加熱面（下端）から深さ60mm(15, 16, 17, 18)および146mm(10, 11, 12, 13, 14)の温度を測定した。図2-11に示す温度推移を見ると、深さ60mmの位置では凹部に面したカラマツ210と凹部に対して垂直に設けたスギ製材の界面温度(16, 17)は加熱60分後に最高167.0°Cに達しているのに対し、凹部に面した210材の背面にある210材の界面温度(15, 18)は最高100.9°Cであった。また水平面の強化せっこうボード裏面温度(12)は最高293.9°Cであった。

試験後の試験体の炭化状況は凹部に面したカラマツ210と側面のスギ製材の界面は左側の210では下端から60.69mm炭化し、右側の210では55.78mm炭化していたが、当該210の背面にある210は2枚目以降、ほぼ均一な炭化深さであり、左側の最大炭化深さ52.80mm、右側の最大炭化深さ44.31mmに対し、凹部に面したカラマツ210は炭化がやや進んでいることを確認した。

目視観察による1時間加熱における遮炎性および図2-11の試験体の温度推移から1時間加熱における遮熱性を確認した。

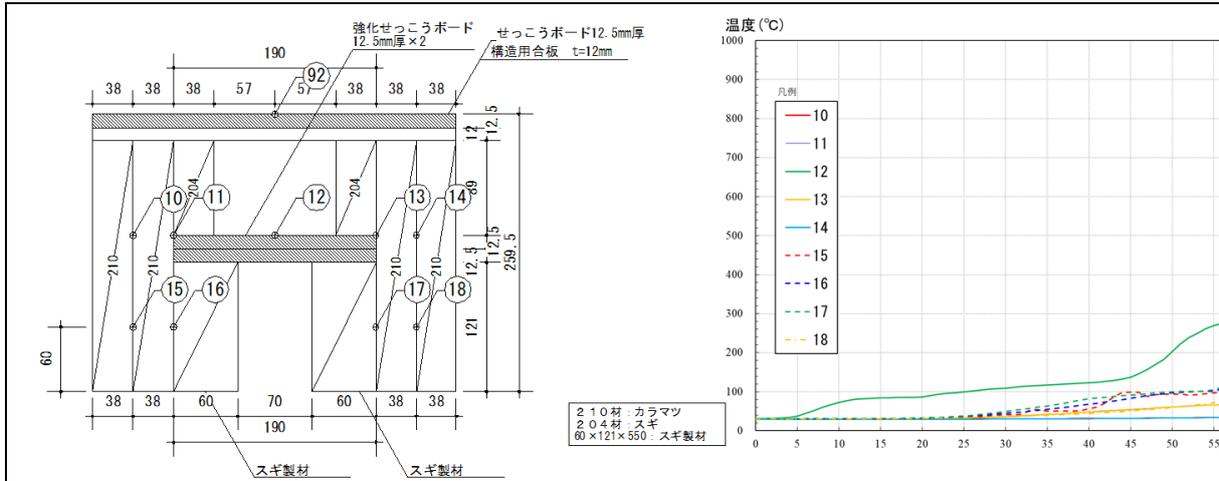


図2-10 仕様No. 2 詳細図

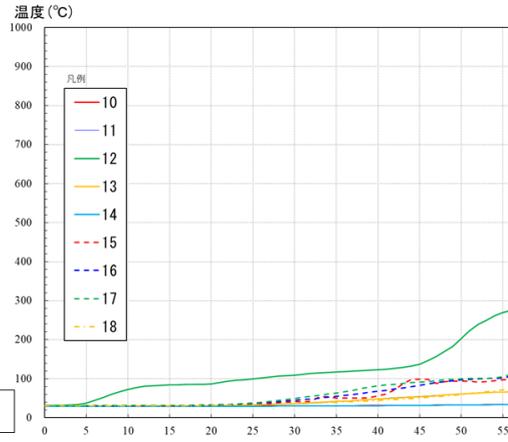


図2-11 仕様No. 2 温度データ



写真2-3 仕様No. 2 試験後写真

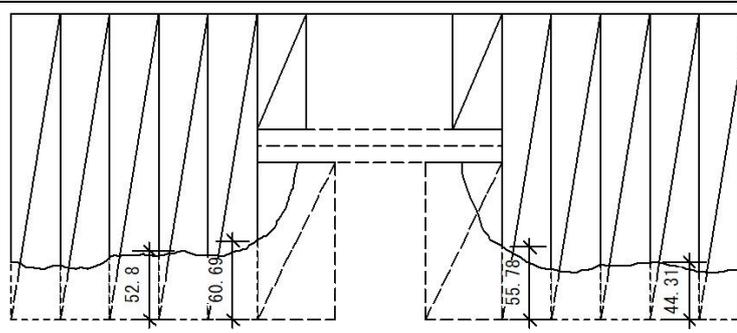


図2-12 仕様No. 2 炭化状況

【仕様No. 3】

仕様No. 3の各部納まりと熱電対位置を図2-13に、各熱電対の温度推移を図2-14に、試験終了後の切断面の状況を写真2-4と図2-15にそれぞれ示す。

図2-13に示すように仕様No. 3は仕様No. 1から凹部水平面の被覆を強化せっこうボード15+裏面にグラスウール厚50mm (0.024g/cm³) で被覆した仕様である。

図2-13に示すように試験体内部温度はNLTの加熱面（下端）から深さ60mm(33, 34, 35, 36)および146mm(28, 29, 30, 31, 32)の温度を測定した。図2-14に示す温度推移を見ると、深さ60mmの位置では凹部に面したカラマツ210と凹部に対して垂直に設けた強化せっこうボードの界面温度(34, 35)は加熱60分後に最高381.4℃に達しているのに対し、当該210の背面にある210の界面温度(33, 36)は最高100.6℃であった。また水平面の強化せっこうボード裏面温度(30)は最高787.2℃であった。

試験後の試験体の炭化状況は温度データと呼応する状況であった。即ち、凹部に面したカラマツ210と凹部に対して垂直に設けた強化せっこうボードの界面は左側の210では下端から140.80mm炭化し、右側の210では137.82mm炭化していたが、当該210の背面にある210は2枚目以降、ほぼ均一な炭化深さであり、左側の最大炭化深さ51.71mm、右側の最大炭化深さ48.89mmに対し、凹部に面したカラマツ210は炭化が進んでいることを確認した。

目視観察による1時間加熱における遮炎性および図2-14の試験体の温度推移から1時間加熱における遮熱性を確認した。

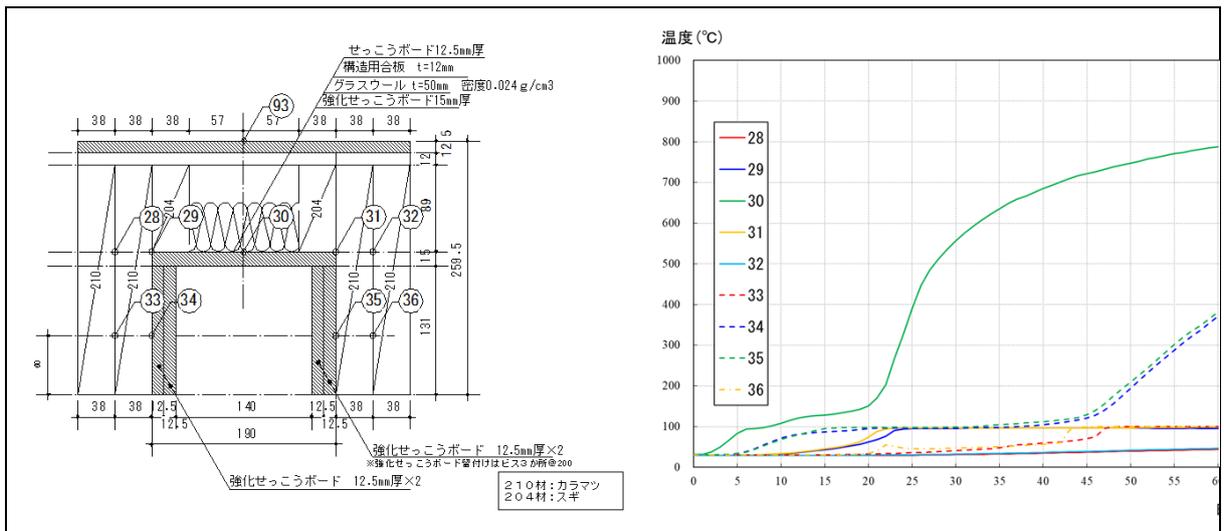


図2-13 仕様No. 3 詳細図

図2-14 仕様No. 3 温度データ



写真2-4 仕様No. 3 試験後写真

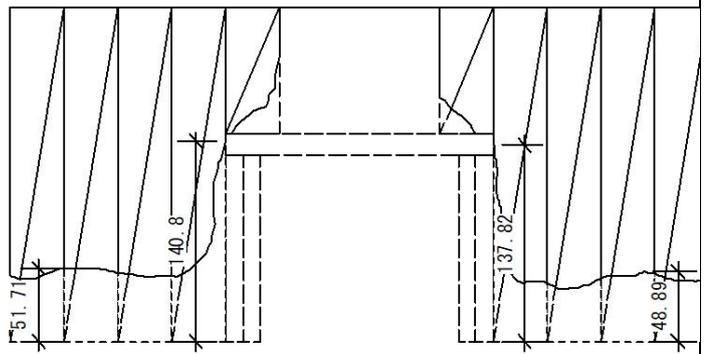


図2-15 仕様No. 3 炭化状況

【仕様No. 4】

仕様No. 4の各部納まりと熱電対位置を図2-16に、各熱電対の温度推移を図2-17に、試験終了後の切断面の状況を写真2-5と図2-18にそれぞれ示す。

図2-16に示すように仕様No. 4は仕様No. 3から凹部垂直面の被覆を厚さ60mmのスギ製材に変えた仕様である。

図2-16に示すように試験体内部温度はNLTの加熱面（下端）から深さ60mm(24, 25, 26, 27)および146mm(19, 20, 21, 22, 23)の温度を測定した。図2-17に示す温度推移を見ると、深さ60mmの位置では凹部に面したカラマツ210と凹部に対して垂直に設けたスギ製材の界面温度(25, 26)は加熱60分後に最高114.5℃に達しているのに対し、当該210の背面にある210の界面温度(24, 27)は最高100.4℃であった。また水平面の強化せっこうボード裏面温度(21)は最高696.2℃であった。

試験後の試験体の炭化状況は凹部に面したカラマツ210と凹部に対して垂直に設けたスギ製材の界面は左側の210では下端から55.50mm炭化し、右側の210では下端から43.86mm炭化していた。当該210の背面にある210は左側においては2枚目以降、ほぼ均一な炭化深さであり、左側の最大炭化深さ47.06mm、右側においては1枚目からほぼ均一な炭化深さであり最大炭化深さ45.54mmであった。

目視観察による1時間加熱における遮炎性および図2-17の試験体の温度推移から1時間加熱における遮熱性を確認した。

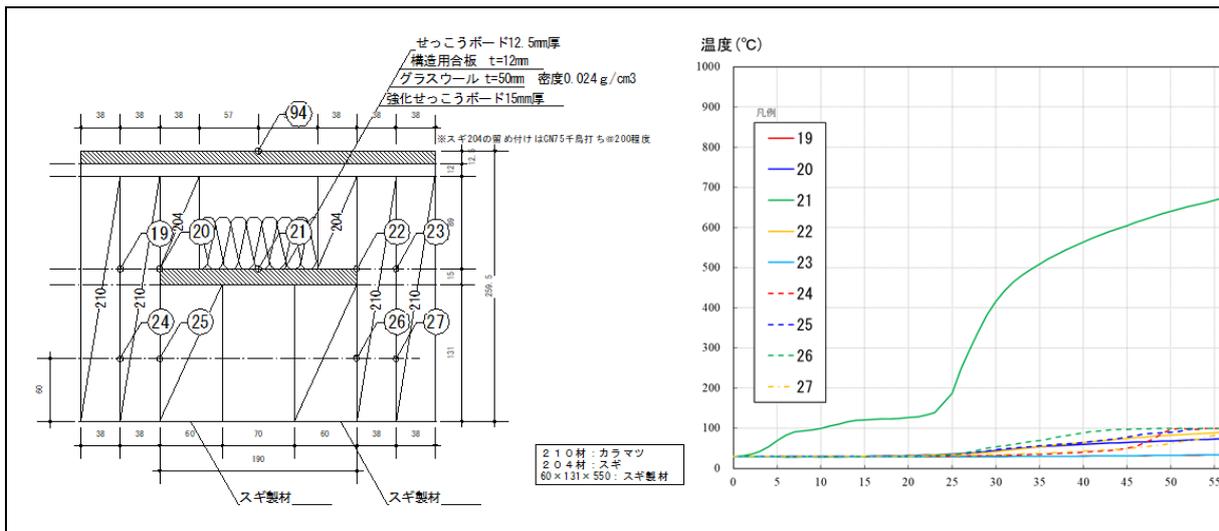


図2-16 仕様No. 4 詳細図

図2-17 仕様No. 4 温度データ



写真2-5 仕様No. 4 試験後写真

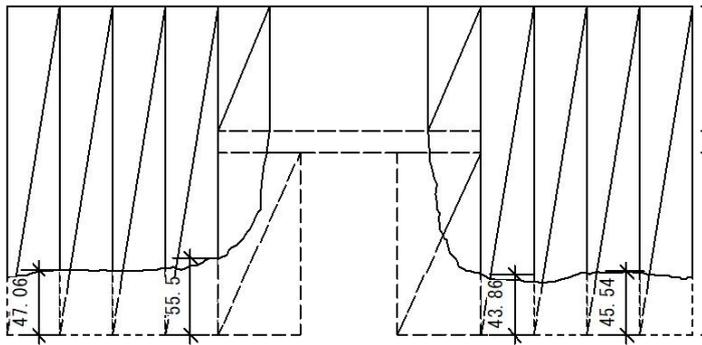


図2-18 仕様No. 4 炭化状況

【仕様No. 5】

仕様No. 5の各部納まりと熱電対位置を図2-19に、各熱電対の温度推移を図2-20に、試験終了後の切断面の状況を写真2-6と図2-21にそれぞれ示す。

図2-19に示すように仕様No. 5は仕様No. 1～No. 4と同様に凹部を設け、凹部の水平面を強化せっこうボード12.5+12.5で被覆し、加熱面に沿ってスギ製材厚60mmにより被覆した仕様である。

図2-19に示すように試験体内部温度はNLTの加熱面（下端）から深さ60mm(42, 43, 44, 45)および146mm(37, 38, 39, 40, 41)の温度を測定した。図2-20に示す温度推移を見ると、深さ60mmの位置では凹部に面したカラマツ210とスギ製材上端の界面温度(43, 44)は加熱60分後に最高92.3°Cに対し、当該210の内側に隣接する210の界面温度(42, 45)においては最高92.2°Cと温度の差異は見られなかった。また水平面の強化せっこうボード裏面温度(39)においても最高76.8°Cであった。

試験後の試験体の炭化状況は温度データと呼応する状況であった。即ち、凹部に面したカラマツ210と加熱面に沿って設けたスギ製材都の界面における炭化深さは左側の210では45.76mm炭化し、右側の210では41.46mm炭化していたが、当該210の背面にある210は2枚目以降における左側の最大炭化深さ51.71mm、右側の最大炭化深さ48.89mmと凹部に面したカラマツ210において影響がないことを確認した。またスギ製材の最大炭化深さは47.98mmであった。

目視観察による1時間加熱における遮炎性および図2-20の試験体の温度推移から1時間加熱における遮熱性を確認した。

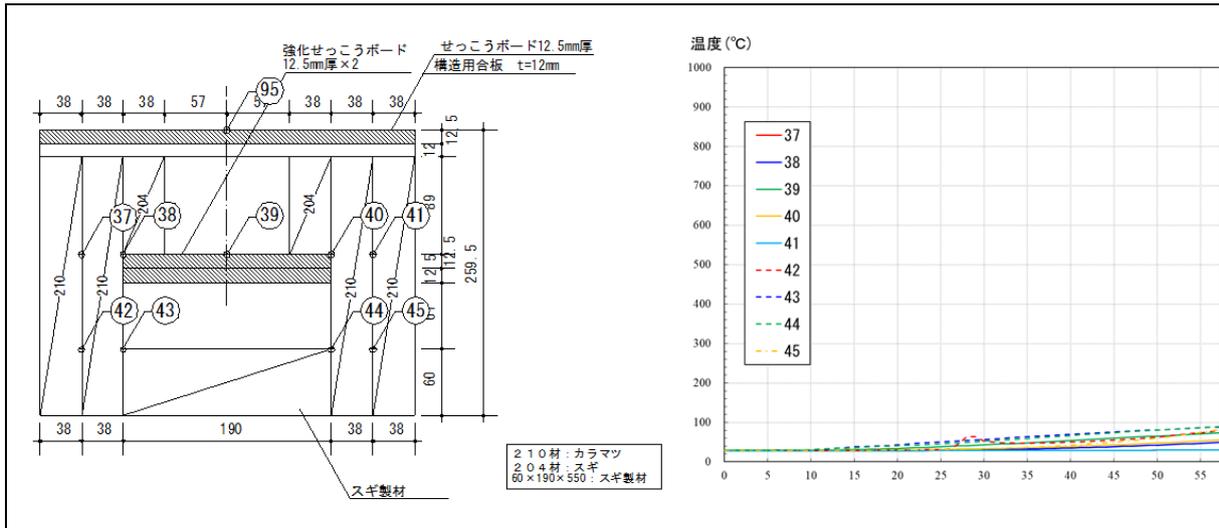


図2-19 仕様No. 5 詳細図

図2-20 仕様No. 5 温度データ



写真2-6 仕様No. 5 試験後写真

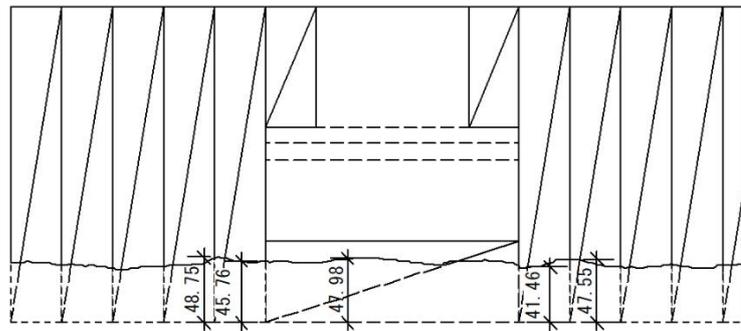


図2-21 仕様No. 5 炭化状況

【仕様No. 6】

仕様No. 6の各部納まりと熱電対位置を図2-22に、各熱電対の温度推移を図2-23に、試験終了後の切断面の状況を写真2-7と図2-24にそれぞれ示す。

図2-22に示すように仕様No. 6は仕様No. 5から凹部の水平面を強化せっこうボード15+裏面にグラスウール厚50mm (0.024g/cm³) で被覆した仕様である。

図2-22に示すように試験体内部温度はNLTの加熱面（下端）から深さ60mm(51, 52, 53, 54)および146mm(46, 47, 48, 49, 50)の温度を測定した。図2-23に示す温度推移を見ると、深さ60mmの位置では凹部に面したカラマツ210とスギ製材上端の界面温度(52, 53)は加熱60分後に最高92.1℃に対し、当該210の内側に隣接する210の界面温度(51, 54)においては最高92.7℃と温度の差異は見られなかった。また水平面の強化せっこうボード裏面温度(48)においても最高83.6℃であった。

試験後の試験体の炭化状況は温度データと呼応する状況であった。即ち、凹部に面したカラマツ210と加熱面に沿って設けたスギ製材との界面における炭化深さは左側の210では46.82mm炭化し、右側の210では43.28mm炭化していたが、当該210の背面にある210は2枚目以降における左側の最大炭化深さ51.48mm、右側の最大炭化深さ50.13mmと凹部に面したカラマツ210において影響がないことを確認した。またスギ製材の最大炭化深さは46.29mmであった。

目視観察による1時間加熱における遮炎性および図2-23の試験体の温度推移から1時間加熱における遮熱性を確認した。

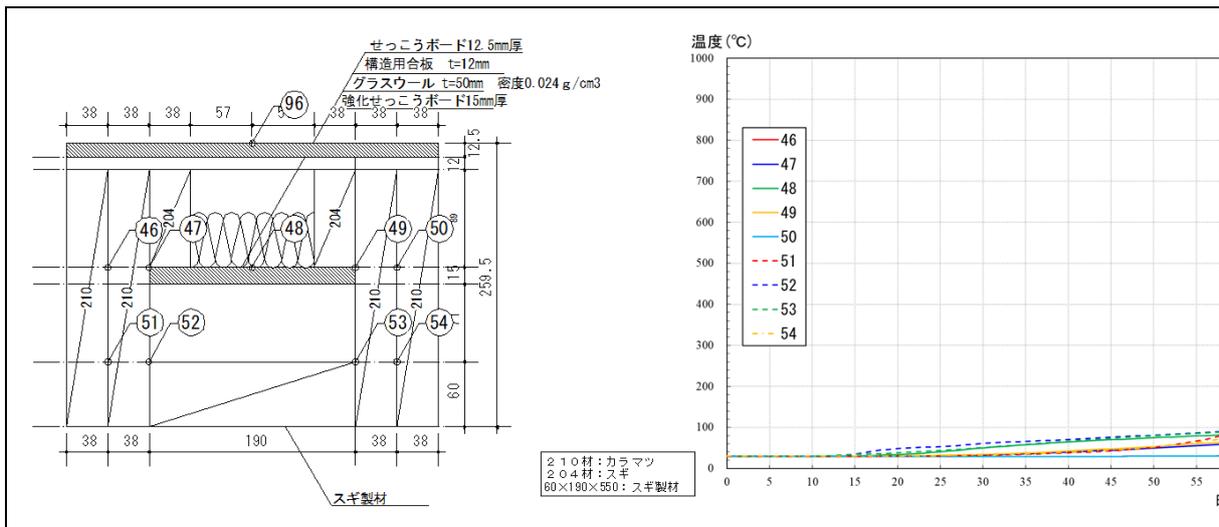


図2-22 仕様No. 6 詳細図

図2-23 仕様No. 6 温度データ



写真2-7 仕様No. 6 試験後写真

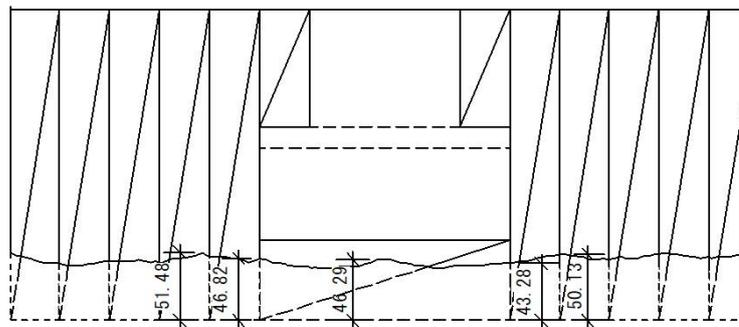


図2-24 仕様No. 6 炭化状況

【仕様No. 7】

仕様No. 7の各部納まりと熱電対位置を図2-25に、各熱電対の温度推移を図2-26に、試験終了後の切断面の状況を写真2-8と図2-27にそれぞれ示す。

図2-25に示すように仕様No. 7は離隔部分に非加熱側（上端）に沿ってスギ206（材断面38×140）によってNLT床版を構成した仕様とした。

図2-25に示すように試験体内部温度はNLTの加熱面（下端）から深さ60mm(55, 56, 57, 58, 59, 60)の温度を測定した。図2-26に示す温度推移を見ると、深さ60mmの位置では凹部に面したカラマツ210の背後に隣接する210の界面温度(57, 58)は加熱60分後に最高536.0℃に対し、当該210の内側に隣接する210（離隔部より76mm）の界面温度(51, 54)においては最高92.7℃と2面加熱により温度の上昇を確認した。

試験後の試験体の炭化状況は温度データと呼応する状況であった。即ち、凹部に面したカラマツ210の凹部との界面における炭化深さは左側の210では130.76mm炭化し、右側の210では140.24mm炭化していた。当該210の背面にある210との界面における炭化深さは左側の210では59.6mm炭化し、右側の210では79.32mm炭化していたが、凹部より210の3枚目以降においては、ほぼ均一な炭化深さであり、左側の最大炭化深さ48.76mm、右側の最大炭化深さ46.90mmと離隔部より2枚目までのカラマツ210においては炭化が進行していることを確認した。

目視観察による1時間加熱における遮炎性および図2-26の試験体の温度推移から1時間加熱における遮熱性を確認した。

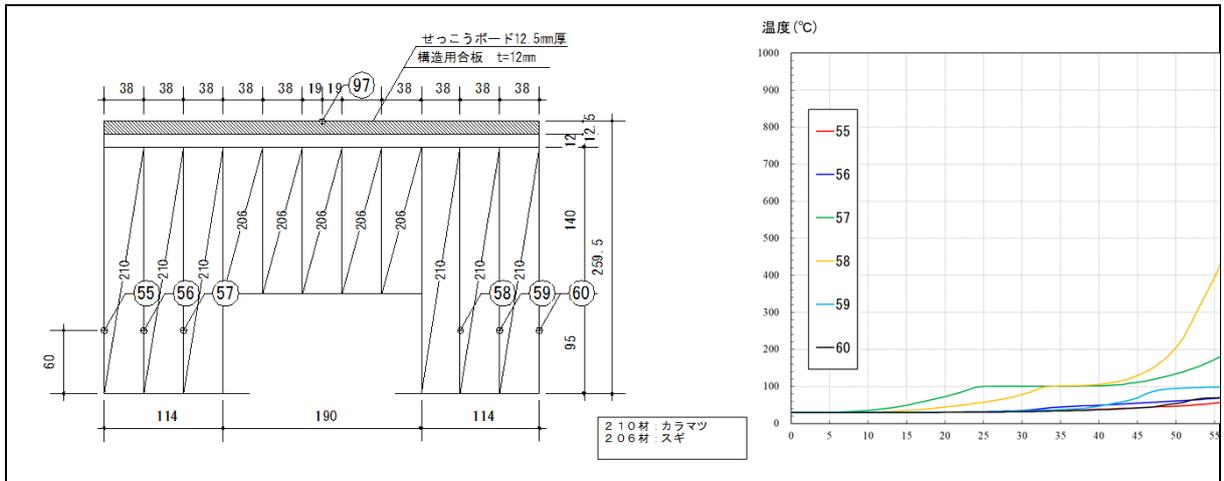


図2-25 仕様No. 7 詳細図

図2-26 仕様No. 7 温度データ



写真2-8 仕様No. 7 試験後写真

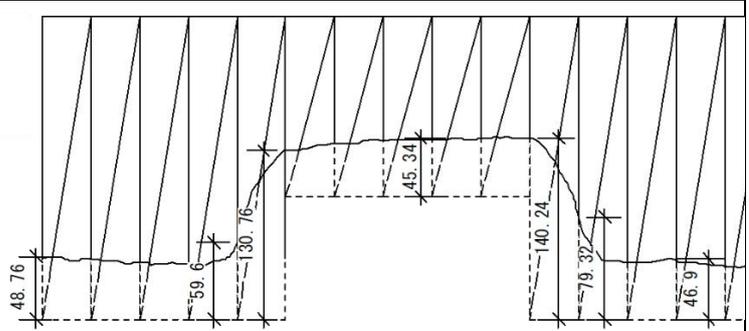


図2-27 仕様No. 7 炭化状況

【仕様No. 8】

仕様No. 8の各部納まりと熱電対位置を図2-28に、各熱電対の温度推移を図2-29に、試験終了後の切断面の状況を写真2-9と図2-30にそれぞれ示す。

図2-28に示すように仕様No. 8は仕様No. 7に加熱面（下端）に沿ってスギ材（材断面38×80）を添わせることで凹部を被覆する仕様とした。

図2-28に示すように試験体内部温度はNLTの加熱面（下端）から深さ60mm(61, 62, 63, 64, 65, 66)の温度を測定した。図2-29に示す温度推移を見ると、深さ60mmの位置では凹部に面したカラマツ210の背面に隣接する210の界面温度(63, 64)は加熱60分後に最高71.4℃に対し、当該210の背面に隣接する210（離隔部より76mm）の界面温度(62, 65)も同様に最高78.2℃と温度の差異は見られなかった。

試験後の試験体の炭化状況は温度データと呼応する状況であった。即ち、凹部に面したカラマツ210とスギ製材（材断面38×80）との界面における炭化深さは左側の210では43.91mm炭化し、右側の210では40.82mm炭化していたが、凹部より210の2枚目以降においてもほぼ均一な炭化深さであり、左側の最大炭化深さ44.47mm、右側の最大炭化深さ46.03mmと凹部に面した210において影響がないことを確認した。

目視観察による1時間加熱における遮炎性および図2-29の試験体の温度推移から1時間加熱における遮熱性を確認した。

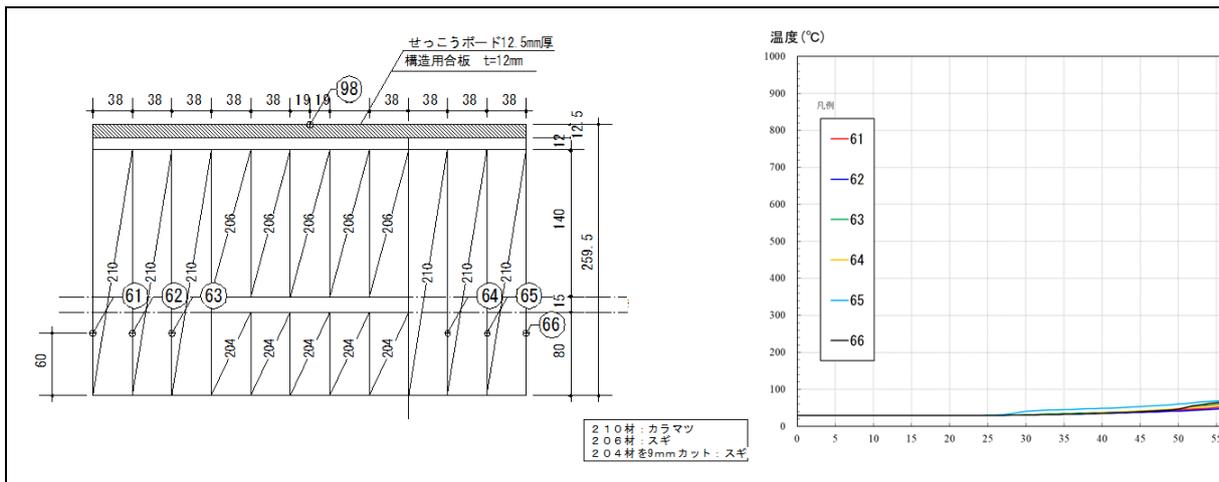


図2-28 仕様No. 8 詳細図

図2-29 仕様No. 8 温度データ



写真2-9 仕様No. 8 試験後写真

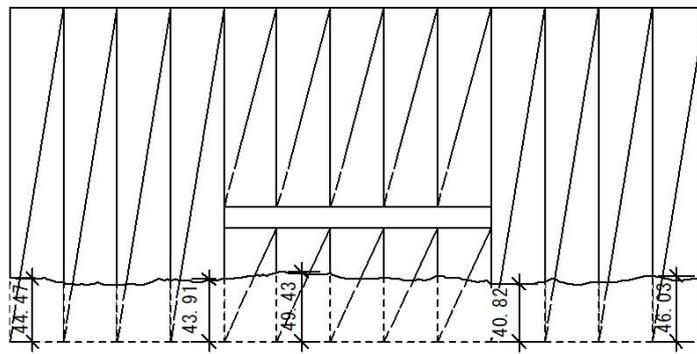


図2-30 仕様No. 8 炭化状況

またスギ製材の最大炭化深さは49.43mmであった。カラマツ210の最大炭化深さはスギ製材と比較して同等以下であった。

試験体で使用している木材と同じ樹種・等級の木材をサンプルとして切り出し、密度を測定した。表2-4に密度の測定データを示す。仕様No. 8で使用了スギ製材（材断面38×80）とカラマツ210（材断面38×235）を比較すると、カラマツの密度はスギ製材と比較して若干高めであった。

表2-4 試験体サンプルの密度測定結果

構成材料（寸法：mm）	密度（g/cm ³ ）	含水率（質量%）	仕様No.
枞材 210材 （カラマツ，38×235）	0.51	10.5	一般部
枞材 204材 （スギ，38×89）	0.32	12.4	1～6
枞材 206材 （スギ，38×140）	0.35	12.2	7，8
枞材 204材(9mmカット) （スギ，38×80）	0.4	13.5	8
製材 （スギ，38×121）	0.32	13.9	2
製材 （スギ，38×131）	0.34	18.7	4
製材 （スギ，38×190）	0.32	20.8	5，6

【仕様No. 9】

仕様No. 9の各部納まりと熱電対位置を図2-31に、各熱電対の温度推移を図2-32, 2-33に、試験終了後の切断面の状況を写真2-10～2-15にそれぞれ示す。切断位置はビスを取り付けた位置にて試験体の炭化状況を確認した。

図2-31に示すようにカラマツ210NLT床版の中心に長さ、太さの異なる3種類のビスを各2本用意し、カラマツ210のランバーの中心に取り付けし、ビスによる熱架橋の影響を確認する。熱電対は加熱面（下端）から深さ60mmの位置とし、ビスから30mm及び60mm離隔を確保した位置に設置し、木材の内部温度を測定した。

図2-32, 2-33に示す温度推移を確認するとL=60mm、φ4mmのビス（ビス①）、L=90mm、φ4.8mm（ビス②）およびL=120mm、φ6mm（ビス③）の各ビスから30mmの離隔を取った位置の熱電対においては最大温度で96.3℃（88）といずれのビスにおいても100℃以下であることを確認した。

試験後のビス①（L=60、φ=4.0mm）の状況を写真2-10, 2-11に示す。ビスによる加熱面からの炭化深さはビスL=60 60mm程度、ビスL=90 60mm程度、ビスL=120 70mm程度であり、且つビスの表面から僅かな範囲で炭化がとどまっていたので、本試験で使用したビス仕様では1時間加熱を受けてもNLT床版の構造強度に影響しないことを確認した。

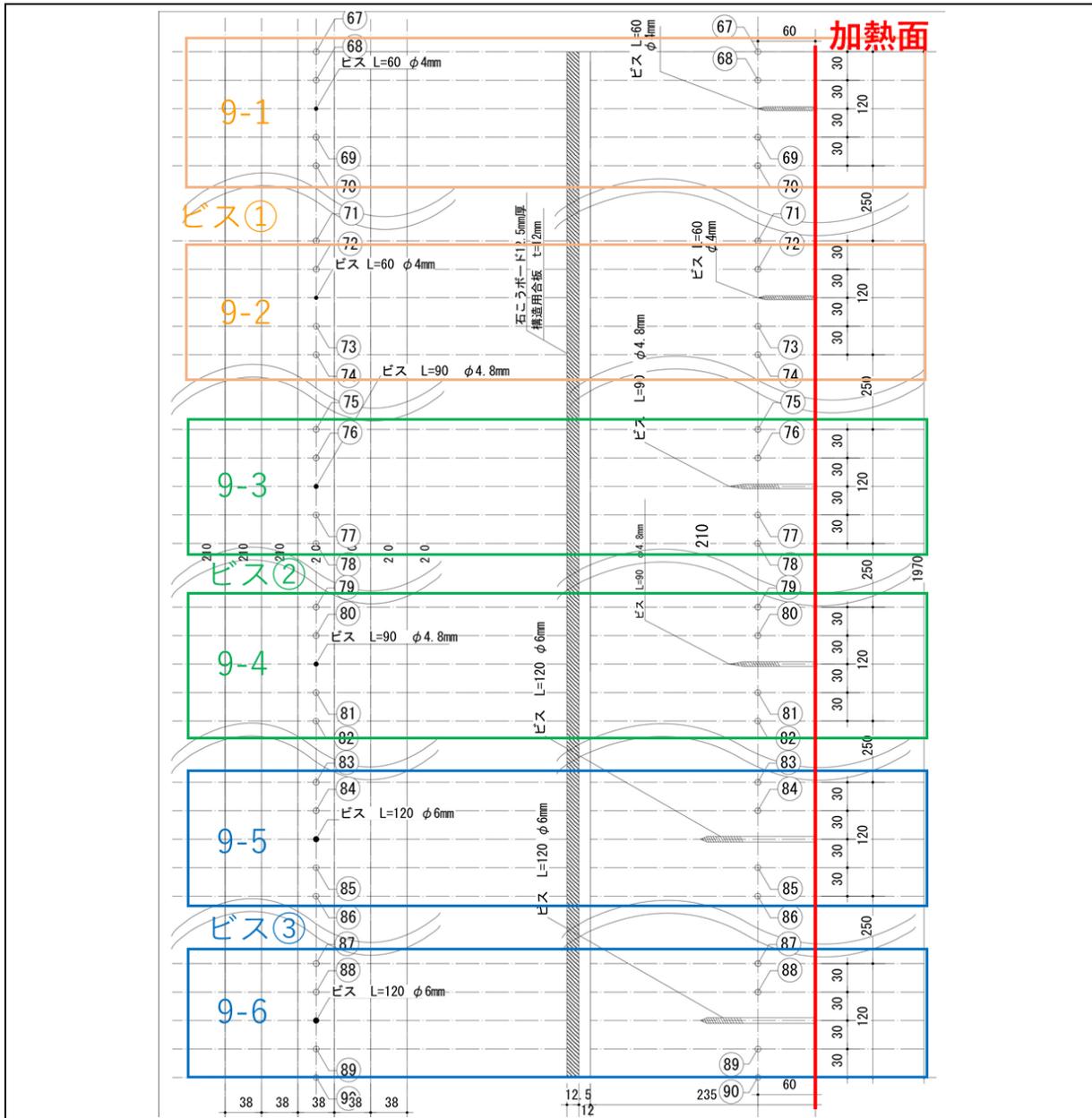


図2-31 仕様No.9 詳細図

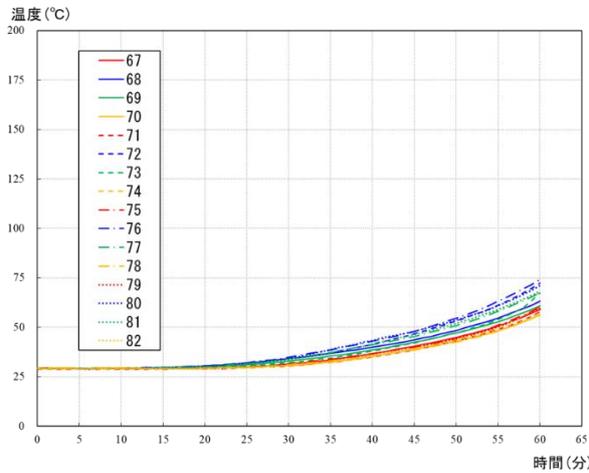


図2-32 ビス①、ビス② 温度データ

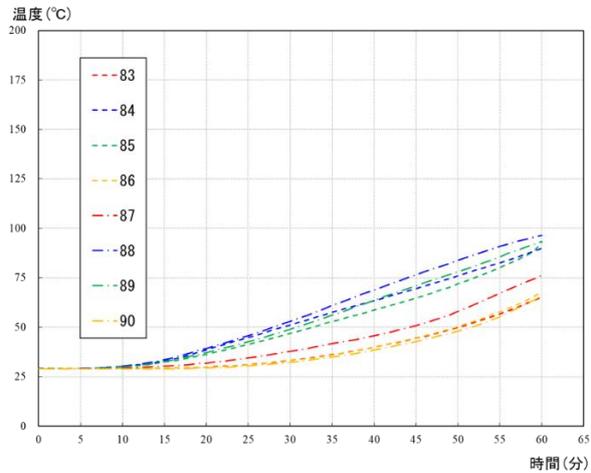


図2-33 ビス③ 温度データ



写真2-10 仕様No. 9-1ビス①試験後写真



写真2-11 仕様No. 9-2ビス①試験後写真



写真2-12 仕様No. 9-3ビス②試験後写真



写真2-13 仕様No. 9-4ビス②試験後写真

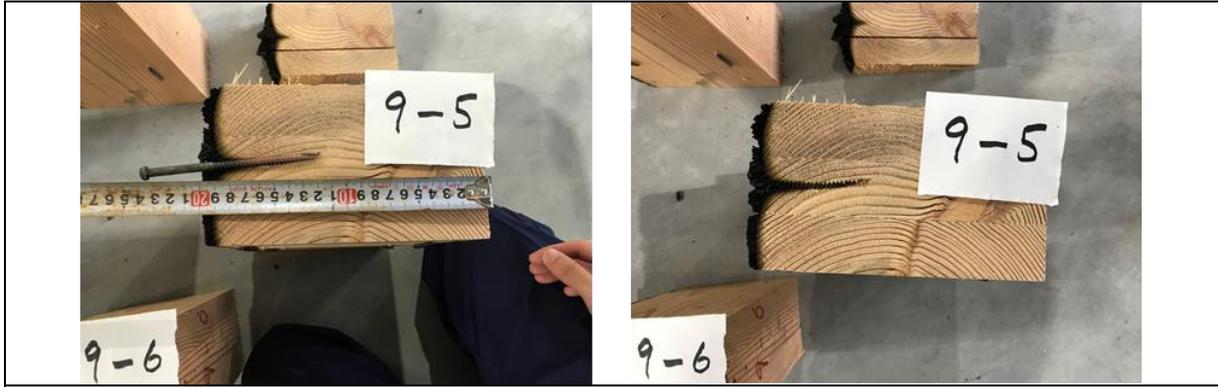


写真2-14 仕様No. 9-5ビス③試験後写真



写真2-15 仕様No. 9-6ビス③試験後写真

Ⅱ 信州カラマツ 210 材の利用推進に向けた普及事業

1 はじめに

これまで3年間かけて信州カラマツの性能を把握し、2×10 JAS材を試作するとともに、三井ホーム(株)の協力による中層大規模住宅及びウイング(株)の協力による低層一般住宅に実証的に使用し、施工性等に問題がないことや信州カラマツ 210 を実際に取り扱ったエビデンス資料を整理し、2×4建築事業者や設計士等に対する普及宣伝を行った。

また、信州カラマツ 210 材によるNLT技術開発の成果を、木造建築関係者はもとより非木造建築関係者に対しても普及宣伝を行った。

2 イベント等における普及活動

(1) WOODコレクション (モクコレ) 2022

【リアル展示会】

期 間：2022年2月1日(火)～2月2日(水)

場 所：東京ビッグサイト 西1・2ホール

セミナー：サブステージにて実施

日時：2月1日(火) 14:00～14:20

講演タイトル：「信州カラマツ 2×10材の利用技術について」

講師：株式会社木質構造計画ラボ 代表取締役 北村俊夫 様

https://www.mokucolle.com/stage_program.php

※新型コロナウイルス感染拡大に伴い、リアル展示商談会は中止となりオンライン展示会となった。

【オンライン展示会】

期 間：2022年1月18日(火)～2月15日(火)

場 所：WEB

製品紹介 (事業紹介) ①

製品名 (事業名)
長野県産カラマツ 2×10材

製品説明 (事業説明)
長野県産材カラマツ210材は、強度・性能・品質及び施工性において高い評価を得られています。特にカラマツ特級を用いれば、一般流通しているSPF 2級よりも長スパンでの利用が可能となります。「長野県産210材は製品上特に問題はなく、2×4構造材・床材として十分に使用できる」と国内主要コンポーネントから評価をいただいています。

参考小売価格
要相談

最低発注ロット数
要相談

ターゲット・利用シーン
工務店・建築士・ビルダー
ツーバイ建築等における構造材、床板木等

製品 (事業) 資料ダウンロードリンク
「信州カラマツ210利用のズバ表」～国産材の使いの道にむけて～

3 セミナー等における普及活動

(1) 三井ホーム(株)「稲城・木造マンションプロジェクト」構造現場見学会・説明会

三井ホーム(株)の協力による中層大規模住宅へ実証的に使用した「稲城・木造マンションプロジェクト」構造現場見学会に参加し、信州カラマツ 210 材の取組みやスパン表などを参加者へ説明し普及活動を行った。

期 日：令和3年(2021年)7月7日(水) 13:00～

一 般 公 開：7/5(月)、7/6(火)、7/8(木)、7/9(金)、7/10(土)

デ ィ ー 関 係 公 開：7/7(水)

場 所：東京都稲城市百村 1625-1 京王相模原線「稲城駅」徒歩4分



(2) 県産材マッチングツアーでの説明・普及活動

長野県内の工務店・建築士を対象とした、地域の山を実際に見て、県産材の良さを知り、地域の製材工場と新たな取引をおこなうきっかけ作りを行うツアーを開催し、当センターでは、本事業の210材の取組みやスパン表などを参加者へ説明し普及活動を行った。

①第1回目 北信地域

期 日：令和3年(2021年)11月19日(金) 9:30~17:00

場 所：飯山市文化交流館なちゅら ほか

②第2回目 中信地域

期 日：令和3年(2021年)12月10日(金) 9:00~17:00

場 所：松本合同庁舎 ほか

③第3回目 南信地域

期 日：令和3年(2021年)12月24日(金) 9:30~17:00

場 所：伊那市防災コミュニティセンター ほか



(3) 信州カラマツ2×10材設計・施工WEBセミナー

設計、建築、木材流通等に携わる方を対象に、これまでの事業成果や具体的な建築設計に利用いただくための「信州カラマツ 210 利用のスパン表」の解説等を行うWEBセミナーを開催した。

また、参加者へは、実材サンプル・スパン表冊子等を配布した。

開催日時：【 1回目 】令和4年（2022年）2月15日（火） 10：30～11：30

【 2回目 】令和4年（2022年）2月17日（木） 10：30～11：30

開催方法：インターネットを利用したオンラインセミナー

参加費：無料

対象者：設計、建築、木材流通等に携わる方

申込方法：当センターホームページから

参加者数：延べ170名

プログラム：① 210材の事業概要

信州木材認証製品センター（プロジェクト事務局）

② 信州カラマツ2×10材の利用技術について（スパン表の解説）

講師：(株)木質構造計画ラボ

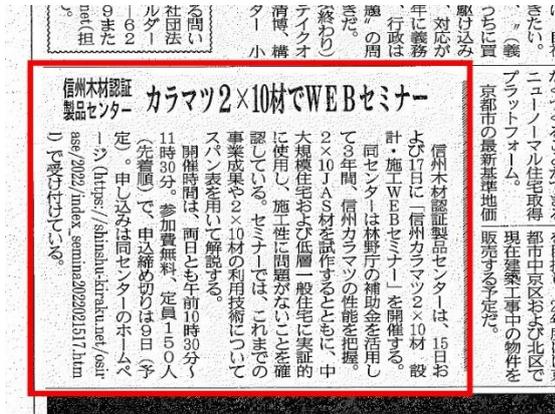
代表取締役 北村 俊夫 氏（プロジェクト委員）

③ 質疑応答

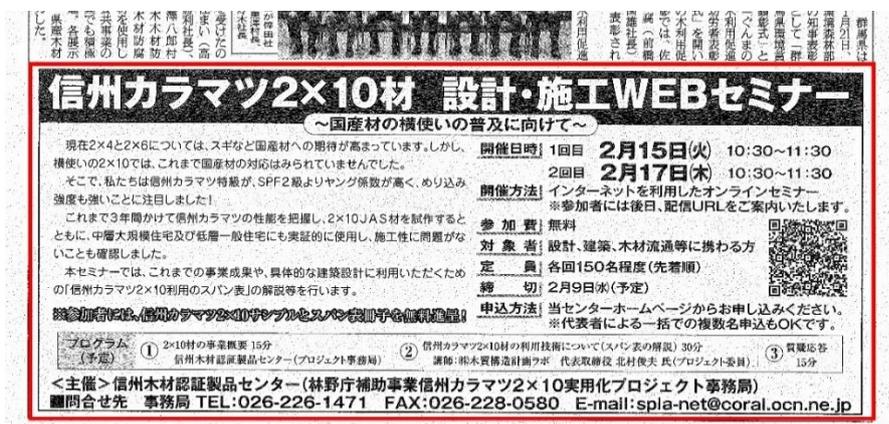
開催告知：県内関係団体、日本ツーバイフォー建築協会及び本プロジェクト委員等を通じて、参加者募集を行った。

業界誌等へ開催告知の広告等を掲載し募集を行った。

（住宅産業新聞、新建新聞、新建ハウジング、日刊木材新聞）



(2022年2月1日(火) 住宅産業新聞 掲載)



(2022年2月2日(水)、2月8日(火) 日刊木材新聞 掲載)

信州カラマツ2×10材 設計・施工WEBセミナー

～国産材の横使いの普及に向けて～

外国からの木材調達に、安定面やコスト面で不透明な状況が続いています。2×4工法用製材についても同様で、現在2×4と2×6については、スギなど国産材への期待が高まっています。しかし、標準的な2×10では、これまで国産材の対応はみられていませんでした。そこで、私たちは信州カラマツ特産のSPF 2級よりヤング係数が高く、めり込み強度も高いことに注目しました！ しかも、2×10をとれる信州カラマツの大径材が、長野県にはいっぱい育っています。

私たちは、林野庁補助金を活用しながら、これまで3年間かけて信州カラマツの性能を把握し、2×10AS材を製作するとともに、中層大規模住宅及び低層一般住宅にも実証的に使用し、施工性に問題がないことも確認しました。

本セミナーでは、これまでの調査結果や、具体的な建築設計に利用したため「信州カラマツ210利用のSPF材表」の解説を行います。

多くの皆様のご参加をお待ちしています。

■開催日時 令和4年
 1回目 2月15日(火) 10:30～11:30
 2回目 2月17日(木) 10:30～11:30

■開催方法 / インターネットを利用したオンラインセミナー
 ※参加者には後日、配信URLをご案内いたします。

■参加費 / 無料
 ■対象者 / 設計、建築、木材流通等に携わる方
 ■参加費 / 無料(50名程度(定員))
 ■申込 / 令和4年2月9日(水) (予定)
 ■申込方法 / 申込センターホームページから申し込みください。
 ※代表者による一括での複数名申込もOKです。

■コードプログラム(予定)
 10:30 開会
 10:30 セミナー
 ① 2×10材の事業概要 (15分)
 信州木材認証製品センター (プロジェクト事務局)
 ② 信州カラマツ2×10材の利用技術について (スライドの解説) (30分)
 講師：株式会社高橋設計事務所/代表取締役 北村 英夫氏 (プロジェクト事務局)
 ③ 質疑応答 (15分)

主催 信州木材認証製品センター (長野庁補助事業信州カラマツ2x10実用化プロジェクト事務局)
 ■問合せ先：事務局 / 信州木材認証製品センター 〒380-8567 長野市国田町 30-16
 TEL:026-226-1471 FAX:026-228-0580 E-mail: spla-net@coral.ocn.ne.jp

(2022年2月5日(土) 新建新聞 掲載)



(セミナー開催状況)

第3章 まとめ

信州カラマツ大径材の有効活用や枠組壁工法部材市場の不安定性解消等の観点から、他地域の国産材では径級やヤング係数からみて対応が難しい、枠組壁工法部材の210材に着目した。過去3年間の関連事業においてその有用性が実証されたので、本年度は①信州カラマツ210材を用いたNLT技術開発・実証、②信州カラマツ210材の利用促進に向けた普及事業を実施し、次の成果を得た。

I 信州カラマツ210材を用いたNLT技術開発・実証

1 NLT曲げ強度性能試験・釘せん断試験

NLTは公益財団法人日本住宅・木材技術センター（以下「住木センター」）の認証に従って設計・運用される。カラマツは本認証の適用木材であるが、認証申請の際に曲げ試験等が行われたのはスギ・SPFのNLTにおいてであり、カラマツNLTの実大曲げ試験や釘せん断試験は行われていない。そこで、カラマツNLTについても同様の試験を行って実際の強度等を確認するとともに、認証を受けた強度計算方法等を検証した。

試験に使用したカラマツ210材は、全数を「枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用製材たて継ぎ材の日本農林規格」の区分：甲種枠組材（乾燥材）、樹種群：JSⅢ、等級：特級（目視等級区分）相当の4m材（厚38×幅235×長4,000mm）とした。

(1) 実大曲げ試験

実大曲げ試験用に作製したNLT試験体は3体で、上記の210材を所定の方法で縦継ぎ（バットジョイント）しながら6枚積層し、厚（高）235×幅228×長8,690mmに仕上げた。

実大曲げ試験はスパン8,190mmの3等分点4点荷重法とし、NLTの幅（38×6=228mm）に相当する面が上になるように試験機に設置し、同面から载荷した。

その結果、曲げ強さは試験体No.1～3の順に18.2N/mm²、26.7N/mm²、22.5N/mm²であった。また、曲げヤング係数は同順に8.65kN/mm²、10.22kN/mm²、12.41kN/mm²であった。

(2) 釘せん断試験

釘せん断試験体はロケット型とし、試験時の加力方向が試験体の繊維方向と平行となる試験体と直角となる試験体を3体ずつ作製した。各試験体の主材1枚と側材2枚は、上記の210材から250mm長の材を切り出して使用した。釘は上記(1)で使用したCN75とし、(1)と同様の方法で打ち込んだ。

せん断試験で得られた荷重変位曲線は完全弾塑性処理をして、釘1本当当たりの初期剛性と降伏耐力を算出した。

その結果、試験時の加力方向が試験体の繊維方向と平行となる試験体3体の初期剛性は最小値0.82kN/mm（50%下限値0.82kN/mm）、降伏耐力は最小値1.62kN（50%下限値1.73kN）であった。また、試験時の加力方向が試験体の繊維方向と直角となる試験体3体の初期剛性は最小値0.85kN/mm（50%下限値0.88kN/mm）、降伏耐力は最小値1.46kN（50%下限値1.53kN）であった。

(3) 認証を受けた強度計算方法と設計用釘特性値の検証

上記(1)と(2)の結果を、住木センターから認証を受けた強度計算方法及び設計用釘特性値と比較・検証した。

カラマツ特級 210 材 6 層 NLT の場合、認証を受けた強度計算方法による設計値は、曲げ強さ 10.2 N/mm²、曲げヤング係数 7.00 kN/mm² となる。上記(1)の試験結果はいずれもこれらの設計値を上回っており、実際の試験においてカラマツ NLT の曲げ強度性能が確認された。

次に、認証を受けた釘の設計値は、安全側となる SPF の結果を基に、初期剛性(すべり係数) 0.61 kN/mm、降伏耐力 0.86 kN としている。上記(2)の試験結果はいずれもこれらの設計値を上回っており、実際の試験においてカラマツの釘せん断性能が確認された。

2 NLT 床版・埋め込み照明を想定した加熱試験

1 時間準耐火構造の認定を取得した NLT 床版(天井現し)に照明などの機器およびビスを埋込んだ場合の床の準耐火性能並びに機器とビス周辺の NLT 各部の燃焼性状を確認した。

加熱試験体は 1 体とし、埋め込み照明を取り付けることを想定して、信州カラマツ NLT 床版の下面 8ヶ所に 550×190 mm の凹部を設け、それぞれに異なる防火被覆等の仕様を施工した。また、設備機器等の留付け等を想定して、同試験体の下面中央部に 3 種類のビスを各 2 本ずつ取り付けした。

加熱試験は、(一財)建材試験センター中央試験所にて実施した。1 時間の準耐火性能を確認するため、ISO 834-1 に規定された標準加熱曲線による 60 分間の加熱を行った。

その結果、埋め込み照明を想定した 8 仕様のいずれも、加熱裏面への炎の噴出は生じず、1 時間加熱における遮炎性を有することを確認した。また、8 仕様の加熱裏面最高温度は 63°C が最高で、1 時間加熱における遮熱性を有することを確認した。

さらに、設備機器等の留付け等を想定したビス取り付け部についても、ビス周辺の温度推移と炭化状況から、本試験で使用したビス仕様では 1 時間加熱を受けても NLT 床版の構造強度に影響しないことを確認した。

II 信州カラマツ 210 材の利用推進に向けた普及事業

過去 3 年度の補助事業において、信州カラマツ 210 材の各種性能を把握するとともに、同材を三井ホーム(株)の協力による中層大規模住宅やウイング(株)の協力による低層一般住宅に実証的に使用し、寸法精度に優れていることや施工性に問題がないこと等を確認した。また、カラマツ 210 材の普及に向け、同材利用のスパン表も作成した。

そこで、本年度は上記の成果に信州カラマツ 210 材による NLT 技術開発・実証の成果を加えて資料を整備し、各種のイベントやセミナー等に参加・開催して 2×4 建築事業者や設計士等のもとより、広く木造建築関係者や非木造建築関係者に対しても普及宣伝を行った。なお、「信州カラマツ 2×10 材 設計・施工 WEB セミナー」資料と「信州カラマツ 210 実用化プロジェクト成果概要」は、本報告書巻末に「参考資料」として添付する。

- ・WOOD コレクション(モクコレ) 2022 オンライン展示会

期間：令和 4 年(2022 年) 1 月 18 日(火)～2 月 15 日(火)、 場所：WEB

(リアル展示商談会へも参加の予定で準備を進めていたが、新型コロナウイルスの感染拡大により中止となった)

- ・三井ホーム(株)「稲城・木造マンションプロジェクト」構造現場見学会・説明会

信州カラマツ 210 材を実証的に使用した中層大規模住宅の構造現場見学会に参加し、信州カラマツ 210 材の取組みやスパン表などを参加者へ説明し普及活動を行った。

期日：令和 3 年(2021 年) 7 月 7 日(水)(メディア関係公開日)、 一般公開日：7/5, 6, 8～10

場所：東京都稲城市百村 1625-1

・県産材マッチングツアーでの説明・普及活動

長野県内の工務店・建築士を対象として、地域の山を実際に見て、県産材の良さを知り、地域の製材工場と新たな取引をするきっかけ作りを行うツアーを開催し、その中で210材の取組みやスパン表などの説明・普及活動を行った。

①第1回目 北信地域 期日：令和3年(2021年)11月19日(金) 9:30~17:00

②第2回目 中信地域 期日：令和3年(2021年)12月10日(金) 9:00~17:00

③第3回目 南信地域 期日：令和3年(2021年)12月24日(金) 9:30~17:00

・信州カラマツ2×10材 設計・施工WEBセミナー

設計、建築、木材流通等に携わる方を対象に、これまでの事業成果や具体的な建築設計に利用いただくための「信州カラマツ210利用のスパン表」の解説等を行うWEBセミナーを開催した。また、参加者へは、実材サンプル・スパン表冊子等を配布した。

開催日時 1回目：令和4年(2022年)2月15日、2回目：同2月17日

いずれも10:30~11:30

参加者数：計170名

おわりに

長野県内にはカラマツ大径木の蓄積が豊富にあり、長期にわたる安定供給が可能である。また、カラマツ大径材は成熟材部がほとんどを占めるため、各種強度性能に優れており、心去り材はねじれ等も軽微である。そのため、近年は構造用合板も含め、構造用材としても高い評価を得て、広く利用されている。

その利用途の新たな一つとして、信州カラマツ210材の製造もできるよう、現在、県内企業がJAS工場の認定取得に向けた取組みを進めている。近日中には、長野県内で製造された信州カラマツ210材(JAS材)が、安定的に、全国に広く供給されるようになるものと期待される。

最後に、本事業を採択・助成していただいた林野庁、木構造振興株式会社、ならびに本事業にご協力・ご参加いただいた多くの皆様に、心から感謝を申し上げます。

(参考資料)

信州カラマツ 210 利用のスパン表 ～国産材の横使いの普及に向けて～

(信州カラマツ 210 設計・施工 WEB セミナー資料)



開催日時 【 1回目 】 令和4年 2月15日 (火) 10:30～11:30

【 2回目 】 令和4年 2月17日 (木) 10:30～11:30

開催方法 ウェビナー (ZOOM) を利用したオンラインセミナー

【プログラム】

開会 10:30

セミナー① 10:30～10:45

「210材の事業概要」

信州木材認証製品センター (プロジェクト事務局)

セミナー② 10:45～11:15

「信州カラマツ2x10材の利用技術について (スパン表の解説)」

講師: (株)木質構造計画ラボ 代表取締役 北村 俊夫 氏 (プロジェクト委員)



【経歴】

1976年 長野県生まれ
2001年 齋藤木材工業 (株) 入社
2009年 信州大学にて博士 (工学) 取得
2014年～中層大規模木造設計情報整備委員会委員
(設計支援情報データベース Ki)
2015年～木構造テラス理事
2017年 齋藤木材工業 (株) 退社
同年 (株)木質構造計画ラボ設立

【執筆】

2021年 共著「中大規模木造建築の担い手講習テキスト
～木質構造部材の製作 (加工)・施工～」
日本集成材工業協同組合
2021年 共著「中大規模木造建築物設計のための
大断面集成材スパン表 (金物データ付き)
～事務所・共同住宅・店舗対応～」
日本集成材工業協同組合
2021年 共著「木構造テラス流 中規模木造構造設計の
実務マニュアル」(株)建築技術

質疑応答 11:15～11:30

閉会 11:30

〈主催〉信州木材認証製品センター(林野庁補助事業信州カラマツ2x10実用化プロジェクト事務局)

■問合せ先 事務局: 信州木材認証製品センター 〒380-8567 長野市岡田町30-16

TEL:026-226-1471 FAX:026-228-0580 E-mail: spla-net@coral.ocn.ne.jp

R3年度 林野庁補助事業（R2補正）
令和2年度 木材製品の消費拡大対策のうちCLT建築実証支援事業のうちCLT等木質建築部材技術開発・普及事業
2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー

SHINSHU KARAMATSU 210 PROJECT

SUSTAINABLE
DEVELOPMENT GOALS

信州カラマツ

210実用化プロジェクト

成果概要

2×4^{建築}
210材

一歩先を行く
信州カラマツの
活用法

信州木材認証製品センター

◆概要

大径A材丸太の活用を検討する中で、現在ツーバイフォー工法において、2×4や2×6には、スギなど国産材への期待が高まっています。しかし、横使いの2×10では、これまで国産材の対応はみられていませんでした。

そこで、長野県では、信州カラマツ特級が、SPF 2級よりヤング係数が高く、めり込み強度も強いことに注目し利用技術の開発を検討してきました。

当センターでは、林野庁補助事業を活用しながら、これまで3年間かけて信州カラマツの性能を把握し、2×10材を試作するとともに、中層大規模住宅及び低層一般住宅にも実証的に使用し、施工性に問題がないことを確認しました。

また、今までの成果を踏まえ、信州カラマツ2×10材利用のスパン表の作成やNL T技術開発も実施しました。

◆信州カラマツの資源状況

- 人工林カラマツは、高齢になるほど木材の性質が安定化し、ねじれにくい成熟材の多い大径材になります。
- 林齢が概ね56年生以上で直径34 cm以上の大径材で、2×10材をとることが可能。
- 林齢81年生以上の高齢級カラマツは、立木で297万m³（丸太換算で208万m³）のストックがあるので、枯渇することなく持続的に供給が可能です。



3

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツのメリット

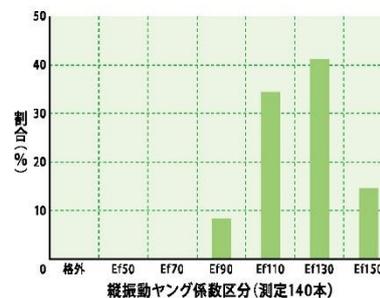
SPF材と同等の曲げ性能・
高強度・高剛性

含水率15%以下に対応可能
乾燥収縮が小さく、
寸法安定性が高い

2×10材をとることが出来る、
直径34 cm以上の大径材の
資源量が豊富



カラマツ丸太の縦振動ヤング係数分布



4

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

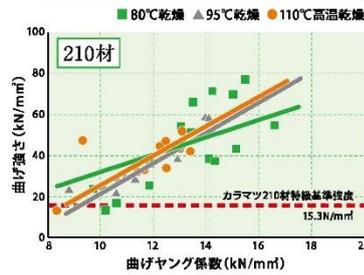
◆信州カラマツ 2×10材の試験測定結果 (試験機関：長野県林業総合センター)



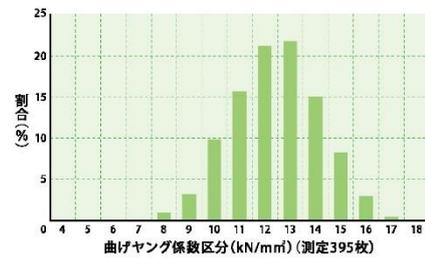
信州カラマツ210材の試験結果は、平均曲げヤング率※ 13.0kN/mm²(n=219)と高く、高い曲げヤング係数※を持っています。
また、乾燥温度の違いによる強さへの影響は、ほとんどありません。

※材料のたわみにくさを示す指標

カラマツ210材のMOE(曲げヤング係数)とMOR(曲げ強さ)の関係と基準強度



カラマツ210材の曲げヤング係数



5

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツ 2×10材の試験測定結果 (試験機関：長野県林業総合センター)

210材の機械等級区分機によるヤング係数

枠組壁工法構造用製材及びびたて継ぎ材の基準弾性係数 (2018年枠組壁工法建築物 構造計算指針より)			
樹種	区分	等級	基準弾性係数
S-P-F	甲種	二級	9.6
JSIII(カラマツ)		特級	10.4

カラマツとSPF材の強度比較

基準強度	JSIII 特級	JSIII 一級	SPF 二級	JSIII 二級
Fc(圧縮)	20.9	18.3	17.4	17.0
Ft(引張)	16.9	11.3	11.4	9.7
Fb(曲げ)	22.5	16.1	21.6	15.5
Fs(せん断)	2.1	2.1	1.8	2.1
ヤング係数	10.4	9.0	9.6	7.7
めり込み強度	7.8	7.8	6.0	7.8

※Fc、Ft、Fb、Fsは平12建告1452号、ヤング係数は枠組壁工法構造用製材の日本農林規格

カラマツ210材の曲げ強度試験結果

樹種	カラマツ	
	5m材	4m材
材種	5m材	4m材
平均	13.10	13.00
標準偏差	1.89	1.57
変動係数	14.44	12.10
最小	8.40	9.10
最大	17.20	16.20
データ数	95	124
9.6kN/mm ² 以上のデータ数	93 (98%)	122 (98%)
10.4kN/mm ² 以上のデータ数	90 (95%)	117 (94%)

6

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツ 2×10材によるNLT技術開発の試験結果

≪信州カラマツNLTの曲げ強度試験・釘せん断試験≫

(試験機関：長野県林業総合センター)

NLTについて、(一社)日本ツーバイフォー建築協会が認証を受けている強度計算方法と設計用釘特性値についてカラマツで検証を行った。



NLT構成材料

項目	仕様・詳細	備考
樹種	カラマツ	
寸法形式	210 (厚38×幅235×長4,000 mm)	
基準	枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用製材たて継ぎ材の日本農林規格※ ・区分：甲種枠組材(乾燥材) ・樹種群：J SⅢ ・等級：特級 (目視等級区分)相当※	※JAS認定工場がないため、JAS特級(目視等級区分)相当材
含水率	15%以下	

NLT試験体

項目	仕様・詳細	備考
試験体数	3体	
寸法形式	厚235×幅228×全長8,690 mm 積層数：6層	
基準	・枠組材の接合方法 太め鉄丸釘CN75 (JIS A5508) 表面処理なし、2列打ち ・枠組み材長さ方向の継ぎ手あり (3~5mmのバットジョイント)	

7

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツ 2×10材によるNLT技術開発の試験結果

≪信州カラマツNLTの曲げ強度試験≫

(試験機関：長野県林業総合センター)



8

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツ 2×10材によるNLT技術開発の試験結果

《信州カラマツNLTの曲げ強度試験》

(試験機関：長野県林業総合センター)



9

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツ 2×10材によるNLT技術開発の試験結果

NLT実大曲げ試験

試験体 No.	最大荷重 (kN)	曲げ強さ (N/mm ²)	曲げヤング係数 (kN/mm ²)	破壊形態
1	27.9	18.2	8.65	<ul style="list-style-type: none"> ・荷重点間の曲げ破壊 ・最外層釘接合部のせん断破壊
2	41.0	26.7	10.22	
3	34.6	22.5	12.41	

今回の実大曲げ試験3体の実測値は、(一社)日本ツーバイフォー建築協会が、住木センターの認証を受けている設計値以上の値が得られた。

10

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツ 2×10材によるNL T技術開発の試験結果

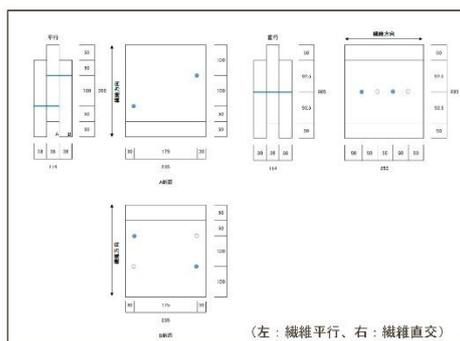
≪信州カラマツNL Tの釘せん断試験≫

(試験機関：長野県林業総合センター)



構成材料

項目	仕様・詳細
樹種	カラマツ
寸法形式	210 (厚38×幅235×長250 mm)
備考	突大曲げ試験で用いた210材の端材 釘GN75 (JIS A5508)



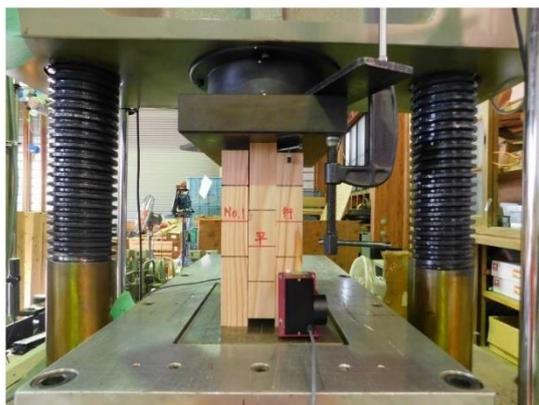
11

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツ 2×10材によるNL T技術開発の試験結果

≪信州カラマツNL Tの釘せん断試験≫

(試験機関：長野県林業総合センター)



12

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツ 2×10材によるNLT技術開発の試験結果

釘せん断試験

(繊維平行)			(繊維直行)		
試験体	初期剛性 (kN/mm)	降伏耐力 (N)	試験体	初期剛性 (kN/mm)	降伏耐力 (N)
1-P	0.82	1.62	1-V	0.86	1.46
2-P	0.91	1.85	2-V	0.85	1.62
3-P	0.82	2.01	3-V	1.20	1.65
平均値	0.85	1.82	平均値	0.97	1.57
標準偏差	0.05	0.20	標準偏差	0.20	0.10
50%下限値	0.82	1.73	50%下限値	0.88	1.53
設計値	0.61	0.86	設計値	0.61	0.86

今回の6試験体の実測値は、(一社)日本ツーバイフォー建築協会が、住木センターの認証を受けている設計値以上の値が得られた。

13

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツ 2×10材によるNLT技術開発の試験結果

◀NLT床版・埋め込み照明を想定した準耐火性能の確認試験▶ (試験機関：建材試験センター)
(技術協力：(一社)日本ツーバイフォー建築協会)

1時間準耐火構造の認定を取得したNLT床版を現し天井として照明等の埋め込みを行った場合の床の準耐火性能を確認する。天井面から床方向並びにNLT床版水平方向の防火措置について、1時間加熱の遮炎性・遮熱性を確認した。

遮炎性の確認

埋め込み照明を想定した8仕様のいずれも、加熱裏面への炎の噴出を生ずることはなく評価基準に合格していた。



試験前の
加熱側の状況



試験終了時の
状況

14

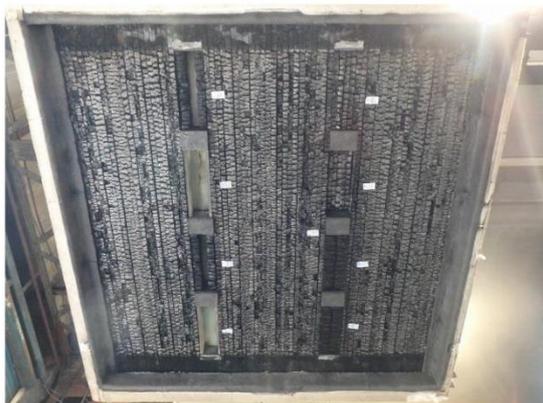
信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツ 2×10材によるNLT技術開発の試験結果

《NLT床版・埋め込み照明を想定した準耐火性能の確認試験》

(試験機関：建材試験センター)

(技術協力：(一社)日本ツーバイフォー建築協会)



試験後の加熱側の状況



試験後の裏面側の状況

15

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツ 2×10材によるNLT技術開発の試験結果

《NLT床版・埋め込み照明を想定した準耐火性能の確認試験》

(試験機関：建材試験センター)

(技術協力：(一社)日本ツーバイフォー建築協会)

遮熱性の確認

埋め込み照明を想定した8仕様の加熱裏面最高温度は試験No.3の63℃が最高で、いずれも180K以下であり、遮熱性の評価基準に合格していた。

試験体仕様 (裏面温度測定位置番号)	裏面温度		
	初期温度	最高温度	平均温度
No.1 (91)	34℃	59℃ (60分)	-
No.2 (92)	34℃	54℃ (60分)	-
No.3 (93)	34℃	63℃ (60分)	-
No.4 (94)	33℃	42℃ (60分)	-
No.5 (95)	34℃	41℃ (60分)	-
No.6 (96)	34℃	37℃ (60分)	-
No.7 (97)	34℃	34℃ (60分)	-
No.8 (98)	33℃	33℃ (60分)	-
一般部	33℃*	34℃ (0分)	33℃ (2分)

※表中の()内の数値は到達時間を示す。
*一般部の初期温度は、裏面温度測定位置番号99~102の平均値を示す。

16

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

◆信州カラマツ 2×10材による床パネル等の検証

(協力工場：三井ホームコンポーネント(株)、ウイング(株))

- ①長野県産のカラマツ大径材から得られる210部材について、部材レベル及び床パネルレベルでの品質・性能に問題はなく十分担保できることが確認された。
- ②国内主要コンポーネント企業である三井ホームコンポーネント(株)及びウイング(株)の両社からは、「長野県産210材カラマツは製品上特に問題はなく、2×4構造材・床材として十分に使用できる」との見解もいただいております。国産大径丸太の新たな需要先として十分な可能性を持っていることが確認できた。

枠組み



釘打ち



保管状況



枠組み



17

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

事例
01

中層大規模住宅

施工会社：三井ホーム(株)
パネル工場：三井ホームコンポーネント(株)埼玉工場



物件概要

- 物件名:MOCKION INAGI(モクシオン稲城)
- 建築地:東京都稲城市
- 用途:共同住宅
- 階数:地上5階建て(1階:RC造、2階~5階:木造幹組壁工法)
- 建築面積:875.44㎡
- 延べ床面積:3,738.30㎡
- 延べ木材使用量:819.7㎡(内信州カラマツ使用量25.7㎡)
- 施工者:三井ホーム株式会社

5階床部分にカラマツを使用



施工中の状況(床)

18

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

01

中層大規模住宅

施工会社：三井ホーム(株)
パネル工場：三井ホームコンポーネント(株)埼玉工場



反り、曲がりの確認



床パネルの製作



床パネルの施工



施工完了

19

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

01

中層大規模住宅

施工会社：三井ホーム(株)
パネル工場：三井ホームコンポーネント(株)埼玉工場

パネル生産現場の声

- 寸法精度が高い
- 曲がり・ねじれも少なく枠組みしやすい
- 固いが、釘打ちで問題になるほどではない
- SPF材と比較すると重量がある

施工現場の声

- パネルの寸法精度はよい
- 施工性は普段のSPFの床パネルと同様、全く問題はない
- パネル施工の場合は、カラマツの重量も気にならない
- NLTの施工は初めてだったが、特に問題はなかった

20

信州カラマツ210プロジェクト成果概要 (2022/2/15-17 信州カラマツ210材 設計・施工WEBセミナー)

02

事例

低層一般住宅

施工会社：ウイング(株)東北支店
 パネル工場：ウイング(株)東北支店

物件概要

- 物件名：株式会社クリエイト礼文展示場
- 建築地：宮城県仙台市
- 用途：移動式住宅展示場
- 階数：木造枠組壁工法 2階建て
- 建築面積：38㎡
- 延べ床面積：76㎡
- 延べ木材使用量：10.34㎡(内 信州カラマツ使用量3.07㎡)
- 施工者：ウイング株式会社 東北支店

床・小屋部分にカラマツを使用



施工中の状況(小屋)



02

低層一般住宅

施工会社：ウイング(株)東北支店
 パネル工場：ウイング(株)東北支店



パネル製作



床全景



施工の様子



床根太

パネル生産現場の声

- 210サイズでは、LSLを作業するよりカットしやすい
- 寸法精度がSPFよりも良かったのでパネル制作がしやすい
- 木のねばりがあるためか、固いが割れにくい

施工現場の声

- 特筆すべきは、材の精度、曲がり反りねじれが少なく施工性が良いので住宅全体の精度が上がる
- SPFと比べて固いが、意外にも割れにくい
- 釘打ちは若干、バラツキはあるものの、総じて打ち易いし、釘が締まる

信州カラマツを用いたカラマツ210材のスパン表

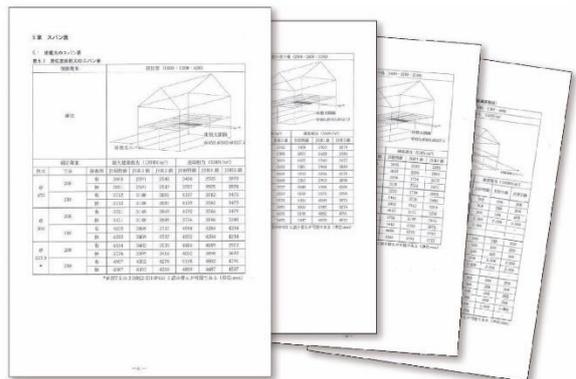
JSⅢ特級 JSⅢ一級 JSⅢ二級

「枠組壁工法建築物スパン表」の内容を踏襲したスパン表は、積載荷重や固定荷重のパターンを増やし、非住宅建築物への利用も想定しました。

床根太のスパン表

天井根太のスパン表

はね出しバルコニーのスパン表



ご清聴ありがとうございました。

信州木材認証製品センター
〒380-8567
長野県長野市岡田町30-16
(長野県林業センター内)
TEL/ 026-226-1471
FAX/ 026-228-0580
<https://shinshu-kiraku.net/>
E-mail : spla-net@coral.ocn.ne.jp

信州の
木
品

KiHiN

信州の木財ブランド
「信州の木品 KiHiN」

信州で育つ木は、東海山脈が美しく美しい山岳地帯でゆっくりと時間をかけながら成長します。豊かな自然が育むその木には、木質としての耐久力と木が持つ驚くべき耐腐力があります。信州で育つ木の価値を広く伝え、より多くの施設で木に優れた木を使い、木のある暮らしを提案していくことで、持続可能な社会のつながりを目指しています。



「森林づくり・木づくり」の活動により、SDGsに貢献することができます。

信州カラマツ2×10材 設計・施工WEBセミナー

2022.02.15・0217

信州カラマツ210利用の スパン表

～国産材の横使いの普及に向けて～

(株) 木質構造計画ラボ 北村 俊夫

はじめに-1

- 大径化した長野県産カラマツの有効利用のためにツーバイ材の水平材に着目し、208・210材のスパン表を作成した。
- スパン表の対象は、208・210材が有効に活用できる横使いの材とし、床根太・天井根太・はね出しバルコニーの3種類である。
- 2002年の「桝組壁工法建築物スパン表」を踏襲し、当時許容応力度の設定がなかった、カラマツ材（桝組壁工法構造用製材 JSⅢ）のスパン表を作成した。
- 等級は、歩留まりを考慮して、JSⅢ甲種特級、JSⅢ甲種一級、JSⅢ甲種二級を対象とした。（二級までで格付け歩留まり85%程度）

はじめに-2

- 2002年の「枠組壁工法建築物スパン表」は、住宅用途のスパン表であるが、本スパン表は非住宅建築物の利用も想定した積載荷重や固定荷重で検討した。
- 部材の供給は、現時点で長さ4mを基本とし、特注で4.5m、5mの対応を考えている。(14F：4,270、16F：4,880) 今後の需要によっては、たて継ぎ材や6mの丸太の供給を考えていきたい。

信州カラマツ210材の特徴とメリット

- SPF甲種二級に比べ強度・剛性が高く、置き換えが容易である。
- めり込み強度が高いため、今後の中・高層化の部材の選択肢になる。

基準強度	JSIII 特級	JSIII 一級	SPF 二級	JSIII 二級
Fc	20.9	18.3	17.4	17.0
Ft	16.9	11.3	11.4	9.7
Fb	22.5	16.1	21.6	15.5
Fs	2.1	2.1	1.8	2.1
ヤング係数	10.4	9.0	9.6	7.7
めり込み強度	7.8	7.8	6.0	7.8

格付け割合70% 1.04倍 1.08倍 1.30倍

スパン表の構成

- 1章 スパン表利用方法
スパン表の運用上の留意点及び計算条件
 - 2章 構造設計の方法
材料の各種特性値
 - 3章 設計荷重
固定荷重・積載荷重・積雪荷重
 - 4章 スパン表計算方法
計算の流れ、各部材の計算方法
 - 5章 スパン表
床根太・天井根太・はね出しバルコニーのスパン表
- ★各章の要点を抜粋して説明

1章 スパン表利用方法

• 設計クライテリア

スパン表の数値は、許容応力度（曲げ、せん断）と推奨たわみ制限の両方を満足する部材断面としている。床根太に限り建告1459号（床積載を地震時として変形増大係数2でたわみL/250以下）

表 1.1 設計クライテリア

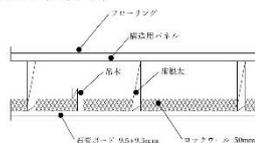
部位・部材	荷重条件		検討応力	本スパン表におけるたわみ制限値
	積雪区分	荷重項目		
床根太	一般地	G+P	曲げ、せん断	L/400 以下かつ 1cm 以下
天井根太	一般地	G	曲げ、せん断	L/300 以下かつ 2cm 以下
はね出し バルコニー	一般地、多雪区域	G+P	曲げ、せん断	L/200 以下かつ 1cm 以下
		G+P+S	曲げ、せん断	L/200 以下かつ 1cm 以下
	多雪区域	G+P+0.7S	曲げ、せん断	L/200 以下かつ 1cm 以下
		G+P+S	曲げ、せん断	L/200 以下かつ 1cm 以下

3章 設計荷重

• 床根太の固定荷重

表 3.4 固定荷重

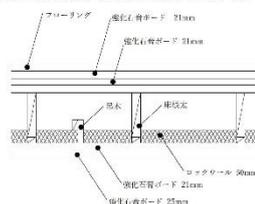
床根太 (通常仕様)



計算に使用する値：530N/m²+床根太自重

内訳	重量
仕上：フローリング(畳も含む)	178
構造用パネル 15mm	108
吊木、野縁等	48
吸音材：ロックウール 50mm	20
石膏ボード 9.5mm+9.5mm	175
合計	530N/m ²

床根太耐火仕様 (平成 12 年建告 1399 号)



計算に使用する値：1200N/m²+床根太自重

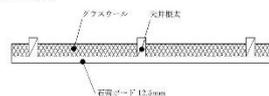
内訳	重量
仕上：フローリング(畳も含む)	178
強化石膏ボード 21mm	200
強化石膏ボード 21mm	200
床下地 (構造用合板 15mm)	100
吊木、野縁等	48
吸音材：ロックウール 50mm	20
強化石膏ボード 25mm	250
強化石膏ボード 21mm	200
合計	1200N/m ²

3章 設計荷重

• 天井根太の固定荷重

表 3.5 固定荷重

天井根太



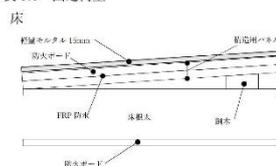
計算に使用する値：128N/m²+床根太自重

内訳	重量
石膏ボード 12.5mm	178 118N/m ²
断熱材：グラスウール 10K100mm	108 10N/m ²
合計	128N/m ²

3章 設計荷重

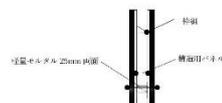
- はね出しバルコニーの固定荷重

表 3.6 固定荷重



計算に使用する値：598N/m ² +床根太自重	
内訳	重量
軽量モルタル 15mm	178
FRP 防水+防火ボード+構造用パネル 15mm-鋼板	245
構造用パネル 15mm	108
防火ボード	98
合計	598N/m ²
計算に使用する値：726N/m ² +床根太自重	
内訳	重量
軽量モルタル 25mm(両面)	490
構造用パネル 9.5mm(両面)	138
枠組	98
合計	726N/m ²

壁



3章 設計荷重

- 床の積載荷重

積載荷重
表 3.7 固定荷重*

	(い)	(ろ)	(は)
	床の構造計算をする場合 (単位 N/m ²)	大ばりの構造計算をする場合 (単位 N/m ²)	地震力を計算する場合 (単位 N/m ²)
住宅の居室	1800	1300	600
事務室	2900	1800	800
百貨店	2900	2400	1300
集会室(その他)	3500	3200	2100
一般書庫、倉庫	7800	6900	4900

*積載荷重は建築基準法施行令第 85 条、建築構造設計基準の資料(国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課)による

3章 設計荷重

- 積雪荷重（はね出しバルコニー）

①一般地域 単位荷重 $20\text{N}/\text{m}^2/\text{cm}$ 積雪深 90cm → $1800\text{N}/\text{m}^2$

②多雪地域 単位荷重 $30\text{N}/\text{m}^2/\text{cm}$ 積雪深 200cm → $6000\text{N}/\text{m}^2$

4章 スパン表計算方法

- 2002年の「枠組壁工法建築物スパン表」に準拠した計算を行っている。計算例もあるので各自参考にしていただきたい。

5章 スパン表

5.1 床根太スパン表

5.2 天井根太スパン表

5.3 はね出しバルコニーのスパン表

5章 スパン表

5.1 床根太のスパン表_1

表5.1 居室床根太のスパン表

- 網掛けなし：4m以下
- 黄網掛け：4m ≤ L ≤ 5m → 特注品
- 赤網掛け：5m超 → 今後のニーズによる

※網掛けルールは以下共通

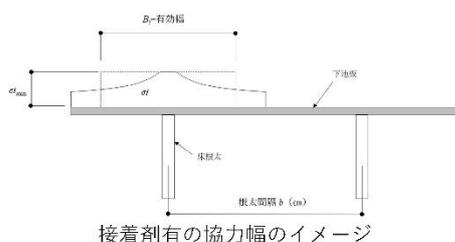


表 5.1 居室床根太のスパン表

横截荷重		居住室 (1800・1300・600)							
部位	固定荷重	接合剤	耐火建築相当 (1200N/m ²)			通常相当 (530N/m ²)			
			JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級	
@455	208	有	3063	2591	2542	3458	2925	2870	
		無	3031	2591	2542	3287	2925	2870	
	210	有	3712	3140	3081	4187	3542	3475	
		無	3712	3140	3081	4139	3542	3475	
	@303	208	有	3721	3148	3069	4192	3546	3479
			無	3451	3148	3089	3736	3546	3380
210		有	4502	3809	3737	4948	4284	4204	
		無	4292	3809	3737	4552	4284	4204	
@227.5	208	有	4164	3602	3535	4416	4049	3973	
		無	3776	3599	3416	4062	3890	3693	
	210	有	4907	4352	4270	5198	4882	4791	
		無	4587	4352	4255	4859	4687	4507	

*@227.5は2・208・2・210@455と読み替えが可能である (単位:mm)

5章 スパン表

5.1 床根太のスパン表_2

表5.2 百貨店、商店の売場
床根太のスパン表

表 5.2 百貨店、商店の売場床根太のスパン表

積載荷重			百貨店、商店の売り場 (2900・2400・1300)					
部位								
	固定荷重			耐火建築相当 (1200N/m ²)			通常相当 (530N/m ²)	
根太	寸法	接着剤	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級
@455	208	有	3063	2391	2542	3458	2925	2870
		無	2632	2227	2185	2871	2428	2383
	210	有	3712	3140	3081	4187	3542	3475
		無	3193	2701	2650	3481	2944	2889
@303	208	有	3721	3148	3069	4192	3546	3479
		無	3124	2711	2660	3307	2953	2898
	210	有	4502	3809	3737	4948	4284	4204
		無	3883	3285	3223	4158	3575	3508
@227.5	208	有	4164	3602	3535	4416	4049	3973
		無	3424	3110	3051	3622	3383	3276
	210	有	4907	4352	4270	5198	4882	4791
		無	4266	3763	3692	4447	4090	4013

*@227.5 は 2-208.2-210@455 と読み替えが可能である (単位:mm)

5章 スパン表

5.1 床根太のスパン表_3

表5.3 集会室その他の床根太
のスパン表

表 5.3 集会室その他の床根太のスパン表

積載荷重			集会室、その他 (3600・3200・2100)					
部位								
	固定荷重			耐火建築相当 (1200N/m ²)			通常相当 (530N/m ²)	
根太	寸法	接着剤	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級
@455	208	有	2463	2083	2044	2655	2245	2203
		無	2463	2083	2044	2655	2245	2203
	210	有	2988	2528	2480	3220	2724	2672
		無	2988	2528	2480	3220	2724	2672
@303	208	有	3001	2538	2491	3232	2734	2682
		無	2990	2538	2491	3141	2734	2682
	210	有	3637	3077	3019	3915	3312	3250
		無	3637	3077	3019	3915	3312	3250
@227.5	208	有	3444	2914	2859	3706	3135	3076
		無	3278	2914	2859	3442	3135	3076
	210	有	4170	3528	3461	4484	3793	3722
		無	4130	3528	3461	4283	3793	3722

*@227.5 は 2-208.2-210@455 と読み替えが可能である (単位:mm)

5章 スパン表

5.1 床根太のスパン表_4

表5.4 一般書庫、倉庫の床根太のスパン表

表 5.4 一般書庫、倉庫の床根太のスパン表

積載荷重			一般書庫、倉庫 (7800・6900・4900)					
部位								
固定荷重			耐火建築相当 (1200N/m ²)			通常相当 (530N/m ²)		
根太	寸法	接着剤	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級
@455	208	有	1732	1513	1485	1859	1572	1343
		無	1732	1513	1485	1859	1572	1343
	210	有	2173	1838	1804	2258	1910	1874
		無	2173	1838	1804	2258	1910	1874
@303	208	有	2186	1849	1814	2271	1921	1885
		無	2186	1849	1814	2271	1921	1885
	210	有	2654	2245	2203	2756	2331	2287
		無	2654	2245	2203	2756	2331	2287
@227.5	208	有	2515	2128	2088	2612	2210	2168
		無	2515	2128	2088	2612	2210	2168
	210	有	3052	2582	2533	3169	2680	2630
		無	3052	2582	2533	3169	2680	2630

*@227.5 は 2-208,2-210@455 と読み替えが可能である (単位:mm)

5章 スパン表

5.2 天井根太のスパン表

表5.6 天井根太のスパン表

表 5.6 天井根太のスパン表

積載荷重			耐火相当 (1000・1000・600) なし		
部位					
固定荷重			通常相当 (300N/m²) 128N/m ²		
根太	寸法	接着剤	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級
@455	204	無	4078	3886	3689
	208	無	7369	7191	6830
	210	無	8654	8347	8028
@303	204	無	4432	4225	4011
	208	無	7740	7466	7180
	210	無	9057	8735	8401

(単位:mm)

5章 スパン表

5.3 はね出しバルコニー のスパン表_1

表5.7 はね出しバルコニーのスパン表
(208・居住室・固定荷重通常相当)

表 5.7 はね出しバルコニーのスパン表 (208・居住室・固定荷重通常相当)

積載荷重 居住室 (1800・1300・600)
固定荷重 通常相当 530N/m²
(バルコニー部分は598N/m²) ※以下共通

単位
固定荷重 通常相当 (6000N/m²) 通常相当 (1800N/m²)

柱大成	間隔	内張り材太 スパン	多量充填相当 (6000N/m ²)			通常相当 (1800N/m ²)		
			JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級
181 208	φ155	910	2-208	-	-	208	208	208
		1820	2-208	-	-	208	208	208
		2730	2-208	-	-	208	208	208
		3640	2-208	-	-	2-208	2-208	2-208
		4550	2-208	-	-	2-208	-	-
		5460	2-208	-	-	2-208	-	-
	φ303	910	208	2-208	2-208	208	208	208
		1820	208	2-208	2-208	208	208	208
		2730	208	2-208	2-208	208	208	208
		3640	208	2-208	2-208	208	2-208	2-208
		4550	208	2-208	2-208	2-208	2-208	2-208
		5460	208	2-208	2-208	2-208	2-208	2-208
φ227.5	910	208	2-208	2-208	208	208	208	
	1820	208	2-208	2-208	208	208	208	
	2730	208	2-208	2-208	208	208	208	
	3640	208	2-208	2-208	208	208	208	
	4550	208	2-208	2-208	208	2-208	2-208	
	5460	208	2-208	2-208	208	2-208	2-208	

*φ227.5は2-208,2-210φ455と読み替えが可能である (単位:mm)

5章 スパン表

5.3 はね出しバルコニー のスパン表_2

表5.8 はね出しバルコニーのスパン表
(210・居住室・固定荷重通常相当)

表 5.8 はね出しバルコニーのスパン表 (210・居住室・固定荷重通常相当)

積載荷重 居住室 (1800・1300・600)
固定荷重 通常相当 530N/m²

単位
固定荷重 通常相当 (6000N/m²) 通常相当 (1800N/m²)

柱大成	間隔	内張り材太 スパン	多量充填相当 (6000N/m ²)			通常相当 (1800N/m ²)		
			JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級
235 210	φ455	910	2-210	2-210	2-210	210	210	210
		1820	2-210	2-210	2-210	210	210	210
		2730	2-210	2-210	2-210	210	210	210
		3640	2-210	2-210	2-210	210	2-210	2-210
		4550	2-210	2-210	2-210	2-210	2-210	2-210
		5460	2-210	-	-	-	-	-
	φ303	910	210	210	210	210	210	210
		1820	210	210	210	210	210	210
		2730	210	210	210	210	210	210
		3640	210	210	210	210	210	210
		4550	210	210	210	210	2-210	2-210
		5460	2-210	2-210	2-210	2-210	2-210	-
φ227.5	910	210	210	210	210	210	210	
	1820	210	210	210	210	210	210	
	2730	210	210	210	210	210	210	
	3640	210	210	210	210	210	210	
	4550	210	210	210	210	210	210	
	5460	210	2-210	2-210	2-210	2-210	2-210	

*φ227.5は2-208,2-210φ455と読み替えが可能である (単位:mm)

5章 スパン表

5.3 はね出しバルコニー のスパン表_3

表5.9 はね出しバルコニーのスパン表
(208・居住室・固定荷重耐火建築物
相当)

表 5.9 はね出しバルコニーのスパン表 (208・居住室・固定荷重耐火建築物相当)

単位		居住室 (1800・1300・600) 固定荷重 耐火建築物相当 1200N/m ²						
部位		多雪地域相当 (6000N/m ²)			通常相当 (1800N/m ²)			
根太径	間隔	内部根太 点スパン	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級
184 306	φ455	910	2-208	-	-	208	208	208
		1820	2-208	-	-	208	208	208
		2730	2-208	-	-	208	208	208
		3640	2-208	-	-	2-208	-	-
		4550	-	-	-	-	-	-
		5460	-	-	-	-	-	-
	φ303	910	208	2-208	2-208	208	208	208
		1820	208	2-208	2-208	208	208	208
		2730	208	2-208	2-208	208	208	208
		3640	208	2-208	2-208	208	2-208	2-208
		4550	2-208	-	-	2-208	-	-
		5460	-	-	-	-	-	-
φ227.5	910	208	2-208	2-208	208	208	208	
	1820	208	2-208	2-208	208	208	208	
	2730	208	2-208	2-208	208	208	208	
	3640	208	2-208	2-208	208	2-208	2-208	
	4550	2-208	2-208	2-208	2-208	2-208	2-208	
	5460	2-208	-	-	-	-	-	

*φ227.5は2-208、2-210φ455と組み合わせが可能である(単位:mm)

5章 スパン表

5.3 はね出しバルコニー のスパン表_4

表5.10 はね出しバルコニーのスパン表
(210・居住室・固定荷重耐火建築
物相当)

表 5.10 はね出しバルコニーのスパン表 (210・居住室・固定荷重耐火建築物相当)

単位		居住室 (1800・1300・600) 固定荷重 耐火建築物相当 1200N/m ²						
部位		多雪地域相当 (6000N/m ²)			通常相当 (1800N/m ²)			
根太径	間隔	内部根太 点スパン	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級	JSIII特級	JSIII1級	JSIII2級
235 210	φ455	910	2-210	2-210	2-210	210	210	210
		1820	2-210	2-210	2-210	210	210	210
		2730	2-210	2-210	2-210	210	210	210
		3640	2-210	2-210	2-210	210	2-210	2-210
		4550	2-210	-	-	2-210	-	-
		5460	-	-	-	-	-	-
	φ303	910	210	210	210	210	210	210
		1820	210	210	210	210	210	210
		2730	210	210	210	210	210	210
		3640	210	210	210	210	210	210
		4550	210	2-210	2-210	2-210	2-210	2-210
		5460	2-210	-	-	2-210	-	-
φ227.5	910	210	210	210	210	210	210	
	1820	210	210	210	210	210	210	
	2730	210	210	210	210	210	210	
	3640	210	210	210	210	210	210	
	4550	210	2-210	2-210	210	2-210	2-210	
	5460	2-210	2-210	2-210	2-210	2-210	2-210	

*φ227.5は2-208、2-210φ455と組み合わせが可能である(単位:mm)

おわりに

- 「住宅から非住宅まで」対応した本スパン表を活用して、国産材の中で最も強度が高いカラマツという選択肢を持っていただけますと幸いです。（コストも長さも皆様のご協力次第です）
- 個人的には為替リスクやウッドショックの回避のため、木材自給率（自給率38% × 製材用材20% ≒ 10%?）と同じだけの国産材（カラマツJSⅢ208・210、スギJSⅡ204・206）のストックをしていただけると供給側も安定した需要に向けて生産できるので、コスト面で頑張れると思います。是非ご検討を！
- 今年度NLTの準耐火試験を実施し、今後カラマツ210のNLTが利用できるように準備中です！

信州カラマツ 210 材を用いたNLT技術開発・実証及び
信州カラマツ 210 材普及事業報告書

令和4年(2022年)2月

編集・著作権者

試験機関

技術協力

初版第1刷発行

事業主体：信州木材認証製品センター

〒380-8567 長野県長野市大字中御所字岡田 30-16

長野県林業総合センター木材部

一般財団法人 建材試験センター 中央試験場

一般社団法人 日本ツーバイフォー建築協会
